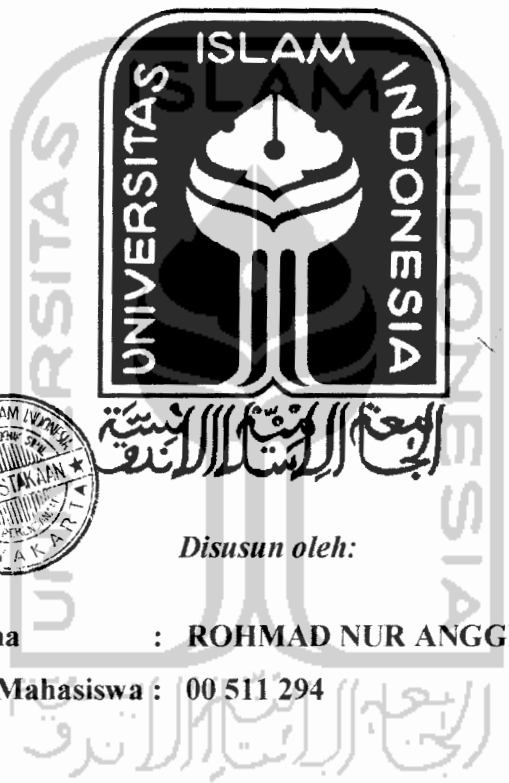


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAN/BEJI	
TGL. TERIMA :	06-12-2007
NO. JUDUL :	8738
NO. INV. :	512002788001
NO. INDUK. :	002939

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF ROCK PADA
CAMPURAN BAHAN BAKU PEMBUATAN BATA MERAH
SECARA MEKANIS**

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

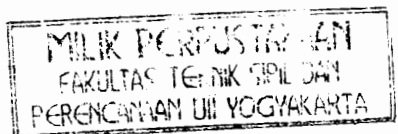


Disusun oleh:

Nama : ROHMAD NUR ANGGRIYANTO
No. Mahasiswa : 00 511 294

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2007



LEMBAR PENGESAHAN
PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF ROCK PADA
CAMPURAN BAHAN BAKU PEMBUATAN BATA MERAH
SECARA MEKANIS

Disusun oleh :

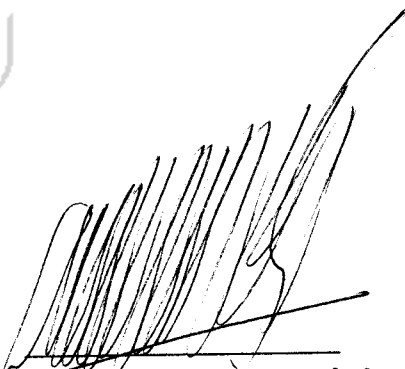
ROHMAD NUR ANGGRIYANTO

No. Mhs : 00 511 294

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. A Kadir Aboe, MS

Dosen Pembimbing


Tanggal : 10/07 - 2007

MOTTO

“Allah satu-satunya tempat bergantung”

(QS Al – Ikhlas : 2)

“Tak ada yang lebih setia menepati janji daripada Allah.”

(QS At Taubah : 111)

“ Sesungguhnya sholatku, ibadahku, hidup dan matiku hanyalah untuk Allah, penguasa semesta alam tiada sekutu bagi-Nya, dan demikian itulah yang diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama-tama menyerahkan diri kepada Allah.”

(QS Al An'am : 162-163)

“Sesungguhnya Allah tiada mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri ”

(QS Ar-Ra'du : 11)

“Orang yang menghadapi maut yakin bahwa waktu perpisahan telah tiba.”

(QS Al – Qiyaamah : 28)

“Hendaklah ada diantaramu kelompok yang selalu mengajak kepada kebajikan, memerintahkan kepada yang makruf dan mencegah dari kemungkaran, Mereka itulah orang – orang yang bakal mencapai kebahagiaan.”

(QS Ali Imran : 104)

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala taufiq, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penyusun berhasil menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul ***"Pengaruh Penambahan Zat Aditif Rock Pada Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata Merah Secara Mekanis"*** merupakan penelitian laboratorium yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menempuh jenjang strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terselesainya Tugas Akhir ini, penyusun banyak memperoleh saran, nasehat, gagasan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penyusun menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. A. Kadir Aboe, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan, kritikan, bimbingan dan solusi,
2. Ir. A. Kadir Aboe, MT., selaku Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,

3. Ir. Akhmad. PT. Ascotama Reka Graha, terima kasih atas kerjasamanya,
4. Orangtua, adik, dan seluruh anggota keluarga yang dengan tulus ikhlas mendoakan dan memberikan semangat, dorongan moral maupun materi selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini,
5. Mbak Wati tercinta dan seluruh anggota keluarga yang telah memberikan doa serta motivasi selama penyusunan Tugas Akhir ini,
6. Mas Dan, Mas Tom, Mas Cit dan Kelik terima kasih atas bantuannya baik moril maupun materi hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini,
7. Pulung yang telah banyak memberikan saran, kritik dan masukan selama penyusunan Tugas Akhir ini,
8. Mas Ndaru dan Mas Warno yang telah banyak membantu dalam penelitian di laboratorium,
9. Honda Grand Nopol. AD 5455 VG dan seperangkat komputer teknologi tercanggih yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini,
10. Semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan segala keikhlasan moral maupun materi dan tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, penyusun mendoakan semoga amal kebbaikannya mendapat balasan yang sepadan.

Penyusun menyadari bahwa penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang dikarenakan keterbatasan penyusun baik secara keilmuan maupun secara pengalaman penelitian. Oleh karena itu penyusun mengharapkan segala kritik, saran, masukan, ataupun komentar yang membangun sehingga hasil penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

Pada akhirnya laporan penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat dalam memberikan informasi keilmuan maupun pengetahuan kepada penyusun dan kepada semua pihak. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang dengan ikhlas membantu, membimbing dan mengarahkan hingga selesainya penelitian dan Tugas Akhir ini dengan imbalan pahala yang setimpal, *amiina ya robbal'alamiin*.

Wabillahittaufig wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb.



Yogyakarta, April 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTO.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
BABI PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pendahuluan.....	5
2.2 Bata.....	5

BAB IV METODA PENELITIAN	25
4.1 Persiapan Bahan Penelitian	25
4.1.1 Tanah Liat.....	25
4.1.2 Zat Aditif Rock.....	26
4.1.3 Sekam Padi	26
4.1.4 Air.....	26
4.2 Persiapan Peralatan Penelitian.....	26
4.3 Pengujian Awal Sampel	27
4.3.1 Pengukuran Dimensi Bata Merah.....	28
4.3.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah.....	28
4.3.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah.....	28
4.3.4 Pengujian Serapan Air Pada Bata Merah	29
4.4 Pengujian Akhir Sampel.....	30
4.4.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Merah	30
4.4.2 Pengujian Kuat Lentur Bata Merah.....	31
4.5 Tahapan Penelitian	31
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	33
5.1 Pengujian Awal Sampel	33
5.1.1 Pengukuran Dimensi Bata Merah.....	33
5.1.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah.....	36
5.1.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah.....	40
5.1.4 Pengujian Serapan Air Pada Bata Merah	43

5.2 Pengujian Akhir Sampel.....	48
5.2.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Merah	48
5.2.2 Pengujian Kuat Lentur Bata Merah.....	52
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
6.1 Kesimpulan.....	57
6.2 Saran-saran	58

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Ukuran Bata Merah Menurut PUBI – 1982.....	14
Tabel 3.2	Syarat Ukuran Bata Merah Menurut SNI – 10.....	15
Tabel 3.3	Penyimpangan Dimensi Merah Menurut SNI – 10.....	15
Tabel 3.4	Mutu Dan Kuat Tekan Bata Merah (SNI – 10).....	18
Tabel 3.5	Mutu Dan Kuat Tekan Bata Merah (SII).....	19
Tabel 4.1	Peralatan Penelitian.....	26
Tabel 4.2	Jumlah Sampel Penelitian.....	27
Tabel 5.1	Hasil Rerata Uji Dimensi Bata Merah.....	33
Tabel 5.2	Hasil Rerata Penyimpangan Dimensi Bata Merah.....	34
Tabel 5.3	Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1..	36
Tabel 5.4	Data Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah Variasi II.....	37
Tabel 5.5	Data Rerata Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah Per Variasi.....	38
Tabel 5.6	Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1.....	40
Tabel 5.7	Data Pengujian Berat Jenis Bata Merah Variasi II.....	41
Tabel 5.8	Data Rerata Pengujian Berat Jenis Bata Merah Per Variasi.....	42
Tabel 5.9	Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1.....	44
Tabel 5.10	Data Pengujian Serapan Air Bata Merah Variasi II.....	45
Tabel 5.11	Data Rerata Pengujian Serapan Air Bata Merah Per Variasi.....	46
Tabel 5.12	Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1.....	48
Tabel 5.13	Data Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Variasi II.....	49
Tabel 5.14	Data Rerata Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Per Variasi.....	50

Tabel 5.15	Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1.....	52
Tabel 5.16	Data Pengujian Kuat Lentur Bata Merah Variasi II	53
Tabel 5.17	Data Rerata Pengujian Kuat Lentur Bata Merah Per Variasi	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bata Merah Prismatis.....	11
Gambar 3.2	Perilaku Lentur Pada Balok.....	20
Gambar 4.2	Pengujian Serapan Air.....	29
Gambar 4.3	Pengujian Kuat Tekan Bata Merah.....	30
Gambar 4.4	Pengujian Kuat Lentur Bata Merah.....	31
Gambar 4.5	Flow Chart Tahapan Penelitian.....	32
Gambar 5.1	Grafik Rerata Berat Volume Kering Bata Merah Per Variasi ...	39
Gambar 5.2	Grafik Rerata Berat Jenis Bata Merah Per Variasi.....	43
Gambar 5.3	Grafik Rerata Serapan Air Bata Merah Per Variasi.....	46
Gambar 5.5	Grafik Rerata Kuat Tekan Bata Merah Per Variasi.....	51
Gambar 5.4	Grafik Rerata Kuat Lentur Bata Merah Per Variasi.....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Kartu Peserta Tugas Akhir

Lampiran II Hasil Pengujian

1. Hasil Uji Dimensi Bata Merah Super
2. Hasil Uji Berat Volume Kering Bata Merah Super
3. Hasil Uji Berat Jenis Bata Merah Super
4. Hasil Uji Serapan Air Pada Bata Merah Super
5. Uji Kuat Tekan Bata
6. Uji Kuat Lentur Bata

Lampiran III Zat Aditif Rock

Lampiran IV Dokumentasi Penelitian

1. Gambar Dokumentasi Proses Pembakaran
2. Gambar Dokumentasi Alat Uji Kuat lentur Bata



DAFTAR NOTASI

a	=	Besarnya Serapan Air Bata Merah / Nilai Absorpsi (%)
A	=	Luas tampang (cm^2)
b	=	Lebar (cm)
l	=	Panjang (cm)
d	=	Tinggi (cm)
BV_k	=	Berat Volume Kering (gr/cm^3)
B_j	=	Berat Jenis (gr/cm^3)
P	=	Beban Maksimum (kgf)
f	=	Kuat Tekan Bata Merah (MPa)
σ_p	=	Kuat Lentur Bata Merah (MPa)
s	=	Simpangan Baku
V	=	Volume (cm^3)
V_k	=	Volume Kering (cm^3)
V_s	=	Volume Solid (cm^3)
W_b	=	Berat Basah (gr)
W_k	=	Berat Kering (gr)
W_w	=	Berat Air (gr)
x	=	Jarak Dukungan (cm)

ABSTRAK

Dinding merupakan unsur yang sangat penting dalam sebuah bangunan, baik fungsinya sebagai elemen struktur ataupun sebagai penutup dan partisi ruang saja. Mengingat fungsi dinding yang sangat mutlak pada sebuah bangunan maka dalam pembuatannya diperlukan pemilihan material yang baik, karena mutu dinding yang dihasilkan juga bergantung pada mutu material yang digunakan dalam pembuatan dinding tersebut.

Penelitian ini mencoba untuk meneliti sifat-sifat fisik dan mekanik salah satu bahan penyusun dinding yang sudah sangat populer, yaitu bata merah. Pada penelitian ini digunakan bata merah yang berasal dari Desa Bendungan, Kec. Cawas, Kab. Klaten dengan variasi campuran zat *aditif rock*. Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat diketahui sifat-sifat fisik dan mekanik bata merah dengan campuran zat *aditif rock*. Disamping itu ditemukan bata merah jenis baru sebagai bahan bangunan kepada masyarakat Yogyakarta pada khususnya serta masyarakat Indonesia pada umumnya.

Metoda penelitian yang digunakan mengacu pada ASTM dan SNI. Dari penelitian dapat diketahui sifat-sifat fisik bata merah dengan campuran zat *aditif rock* antara lain dimensi bata merah dengan campuran zat *aditif rock* relatif seragam, termasuk dalam golongan bata merah berat. Sifat-sifat mekanik bata merah dengan campuran zat *aditif rock* antara lain mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 3,922 MPa, dengan kuat tekan terbesar pada variasi V sebesar 4,725 MPa, kuat lentur terbesar dengan menggunakan campuran zat *aditif rock* variasi III sebesar 0,342 MPa.

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sudah kita ketahui bahwa perkembangan era globalisasi mengalami kemajuan dengan pesat. Indonesia merupakan negara berkembang yang harus senantiasa siap dengan perubahan-perubahan yang mungkin terjadi. Hal ini ditandai dengan persaingan negara berkembang termasuk Indonesia untuk menyiapkan sumber daya manusia yang handal. Usaha ini menjadi kunci penting dalam menciptakan segala ilmu dan teknologi demi tercapainya segala kebutuhan manusia.

Kebutuhan akan tempat tinggal menjadi sangat penting mengingat semakin bertambahnya jumlah penduduk Indonesia dan terbatasnya luas tanah untuk pembangunan. Hal ini menjadi motivasi dalam hal menciptakan teknologi yang tepat guna dalam hal konstruksi.

Di Indonesia sudah membudaya penggunaan batu bata sebagai bahan konstruksi dinding sejak jaman kolonial Belanda, baik itu rumah tinggal sederhana maupun bangunan bertingkat. Bahkan lebih dari 50% dari volume bangunan terdiri dari batu bata. Selain itu bahan baku untuk pembuatan batu bata yang relatif banyak menjadikan salah satu alasan untuk menggunakan batu bata sebagai bahan konstruksi. Oleh karena itu perlu dilakukan usaha penelitian untuk mendapatkan suatu alternatif baru dalam teknologi pembuatan batu bata, dengan

menggunakan bahan tambah aditif misalnya, diharapkan dapat memberikan pengaruh atau perubahan terhadap kuat batu bata secara mekanis.

Dalam penelitian kali ini bahan tambah yang digunakan yaitu jenis *rock* dari pabrikan korea, hal ini dimungkinkan karena untuk pembuatan bata merah hanya diperlukan bahan dasar tanah liat (*clay*) dan air. Sedangkan zat *aditif rock* bersifat cair dan mengandung unsur: soil alkali metal, carbonate, nitrogen, iron yang dapat memberi kontribusi kuat tanah liat (*clay*) pada bahan batu bata. Untuk itu perlu diteliti komposisi campuran zat *aditif rock* yang tepat dalam pembuatan batu bata agar diperoleh hasil yang baik. Dengan teknologi zat *aditif rock* ini diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanis dari batu bata merah sebagai salah satu bahan konstruksi.

Kaitannya dengan penelitian kali ini hal yang diteliti adalah seberapa besar pengaruh bahan tambah ini terhadap kekuatan batu bata yaitu kuat tekan dan kuat lentur terhadap batu bata dengan variasi campuran.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan melihat latar belakang penelitian, maka masalah yang dapat dirumuskan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah sifat-sifat fisik batu bata dengan penambahan campuran zat *aditif rock* ?
2. Berapa besar kuat tekan dan kuat lentur pada batu bata dengan variasi campuran zat *aditif rock*.

I.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui sifat fisik sampel bata setelah ditambah dengan zat *aditif rock*.
2. Mengetahui dan berapa besar kekuatan bata secara mekanis.

I.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui jenis bahan material baru, dalam hal ini batu bata dengan campuran zat *aditif rock*.
2. Sebagai bahan pertimbangan untuk pemilihan bahan material penyusun dinding yang baik
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti berikutnya, dan
4. Ditemukan dan diperkenalkannya batu bata jenis baru sebagai bahan bangunan, kepada masyarakat Jogjakarta khususnya serta para praktisi pada umumnya.

I.5 Batasan Masalah

Agar penelitian tugas akhir ini tidak terjadi penyimpangan dalam penulisan laporan dari maksud dan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan-batasan perlu dibuka sebagai berikut :

1. Bata yang digunakan adalah batu bata yang berasal dari Desa Bendungan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten.
2. Penelitian ini menggunakan benda uji dengan dimensi konvensional yaitu panjang 24 cm, lebar 11 cm, tinggi 4 cm.

3. Air yang digunakan berasal dari Desa Bendungan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten (air tanah).
4. Penelitian ini menggunakan benda uji dengan variasi campuran *aditif rock*, masing-masing sebesar 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% dari jumlah air dalam campuran.
5. Campuran sampel dalam penelitian ini adalah terdiri dari tanah liat, sekam padi dan air.
6. Bahan baku bata merah (lempung, sekam padi, air) tidak dilakukan pengujian karena dianggap sudah memenuhi persyaratan sebagai bahan baku bata merah.
7. Pengujian awal sampel untuk mengetahui sifat fisik bata merah adalah uji pengukuran dimensi bata, uji berat volume kering, uji berat jenis bata, uji serapan air.
8. Pengujian akhir sampel yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur bata merah.
9. Metoda pengujian kekuatan bahan (tekan dan lentur) yang dilakukan mengacu pada SNI -10 1964 dan ASTM.
10. Benda uji bata pada uji kuat tekan dan lentur tiap variasi campuran berjumlah 5 sampel.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini sangat dibutuhkan pustaka yang mendukung pencapaian tujuan penelitian, sehingga akan diperoleh suatu hasil yang akurat serta dapat dijadikan pedoman dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang akan terjadi. Tinjauan pustaka tersebut diambil dari hasil-hasil penelitian yang sudah dilakukan, jurnal, makalah, buku-buku, serta dari internet.

2.1 Pendahuluan

Kebutuhan akan kekuatan sebuah bangunan haruslah dipenuhi secara proporsional oleh elemen-elemen dari struktur sebuah bangunan guna menjaga kestabilan sebuah bangunan ketika menahan beban atau gaya yang bekerja padanya. sehingga bangunan tersebut dapat benar-benar berfungsi sebagai sarana perlindungan bagi penghuninya. Untuk itulah perlu sekali dilakukan perancangan dan perencanaan yang matang sebelum pendirian bangunan serta pengujian bahan yang akan digunakan dalam struktural bangunan tersebut.

2.2 Bata

Menurut Kardiyono (1992), bata merah merupakan material yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga tidak terurai lagi jika direndam air. Secara umum bentuk standar bata merah adalah empat persegi panjang, bersudut siku-siku, dan

permukaanya rata. Pada umumnya panjang bata adalah dua kali lebarnya, sedangkan tebal sekitar setengah dari lebar.

2.3 Tanah Liat

Tanah liat atau yang biasa disebut tanah lempung adalah tanah yang mempunyai daya plasvis yang tinggi, mengandung *silika* sebesar 50% sampai dengan 70%. Tanah liat di Indonesia kebanyakan dapat diambil dari permukaan tanah. Tanah liat mempunyai warna yang beragam, tergantung dari *oxid-oxid* yang terkandung selain aluminium, besi, dan kalsium, sehingga warna yang ditemukan juga berbeda beda, ada yang merah coklat, coklat, abu-abu, dan ada yang kebiruan gelap (Heinz Frick, 1999).

2.4 *Zut Additif Rock*

Adalah suatu *aditif* pengeras serba guna yang merupakan campuran dari unsur unsur non organik dengan prosentase yang tepat untuk meningkatkan efek ikatan semen. Akan tetapi *aditif* ini juga dapat diaplikasikan untuk memperbaiki stabilitas tanah lempung untuk perkerasan.

2.5 Sekam padi

Digunakan sebagai alas alas pencetakan supaya batu merah tidak melekat pada tanah. Tetapi sekam padi juga dicampur dengan batu merah yang masih mentah. Seakan waktu pembakaran batu merah akan terbakar dan pada bekas

sekam padi yang terbakar akan timbul lubang lubang kecil yang merupakan pori pori batu merah itu.

2.6 Air

Terdiri dari 4 bagian campuran yang digunakan untuk melunakkan dan merendam tanah. Tanah liat yang sudah dicampur dengan sekam padi kemudian direndam dengan air selama beberapa waktu.

2.7 Penelitian Sebelumnya

Untuk mencapai hasil penelitian yang lebih akurat maka pada penelitian ini juga mengacu pada penelitian-penelitian sejenis tentang batu bata sebagai bahan konstruksi bangunan disamping beberapa literatur lainnya.

2.7.1 Penelitian Atindriana (2003)

Topik penelitian yang diambil adalah “ Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Yogyakarta Dengan Variasi Campuran Mortar”. Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan pasangan bata dengan variasi campuran mortar. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa material bata merah yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam mutu bata merah kelas III, variasi campuran mortar yang menghasilkan kuat tekan terbesar adalah mortar yang menggunakan campuran semen, kapur dan pasir dengan perbandingan 1:0,5:4.

2.7.2 Penelitian Prayogi dan Solihatun (2003)

Pada penelitian ini diambil topik “ Sifat-sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci (dengan Kadar Lumpur Rendah) ”. Tujuan penelitian ini diantaranya adalah untuk menganalisa sifat-sifat bata merah serta membandingkan besar kuat lentur pasangan bata yang dibuat dengan 5 variasi mortar dengan menggunakan pasir yang dicuci maupun pasir yang tidak dicuci. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa material bata merah yang digunakan dalam penelitian termasuk dalam mutu bata merah kelas III, variasi campuran mortar yang menghasilkan kuat lentur terbesar adalah mortar yang menggunakan campuran semen, kapur dan pasir dengan perbandingan 1:0,5:4.

2.7.3 Penelitian Hidayat dan Parnomo (2003)

Topik yang diambil pada penelitian ini adalah “Kuat Geser Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Yogyakarta Dengan Variasi Campuran Mortar”. Tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah untuk mengetahui karakteristik bahan penyusun pasangan bata daerah Sleman, serta untuk mengetahui besar kuat geser pasangan bata dengan 5 variasi campuran mortar baik menggunakan pasir yang dicuci maupun pasir yang tidak dicuci. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa dari mutu tekannya bata merah yang digunakan termasuk golongan III berdasarkan NI-10 1964, serta kuat geser terbesar pada pasangan bata didapatkan pada pasangan bata yang menggunakan perbandingan semen, kapur dan pasir sebesar 1:0,5:4.

2.7.4 Penelitian Pambudiyono dan Setyowati

Topik yang diambil pada penelitian ini adalah “ Karakteristik Fisik dan Mekanik Bata Merah Godean Sleman Yogyakarta ”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu bata merah, serta mutu pasangan bata yang menggunakan bata merah yang dibakar menggunakan bahan bakar kayu, dari daerah Godean, Sleman, Yogyakarta.



BAB III

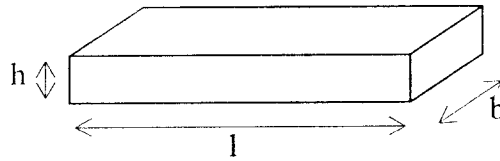
LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Oleh karena itu, pada bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung pemecahan berbagai kendala dalam penelitian dilaboratorium yang meliputi teori tentang material yang digunakan untuk pembuatan bata maupun teori yang menjelaskan pengujian pada bata merah.

3.1 Batu Bata Merah

Menurut Kardiyono (1992), bata merah merupakan material yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, yang kemudian dibakar dengan suhu tinggi sehingga tidak terurai lagi jika direndam air. Secara umum bentuk standar bata merah adalah empat persegi panjang, bersudut siku-siku, dan permukaannya rata. Pada umumnya panjang bata adalah dua kali lebarnya, sedangkan tebal sekitar setengah dari lebar.

Permukaan sisi-sisi bata merah harus datar, tidak terdapat retak-retak, tidak mudah hancur atau pecah, tidak menunjukkan perubahan bentuk yang berlebihan, berwarna merah merata serta berbunyi nyaring jika diketuk dengan benda keras (Frick dan Kusmartadi, 1999). Bentuk umum bata merah dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bata merah Prismatis

Jenis batu buatan ini paling banyak dikenal orang selain itu bata merah banyak kita dapatkan dengan mudah di negara kita. Sebagian bahan dinding ini diproduksi oleh industri rumahan (*home industry*) dan sebagian lagi oleh pabrik-pabrik berskala besar dengan menggunakan mesin-mesin, walaupun jumlahnya masih relatif sedikit, tetapi hal ini dapat dijadikan komoditi ekspor. Batu ini bahan pembentuknya berupa tanah liat atau lempung. Tanah liat yang sudah diaduk sampai rata dan dibersihkan dari batu-batu kerikil selanjutnya akan dicetak. Campuran bata yang baik sebagian besar terdiri dari pasir (*silica*) dan tanah liat (*alumina*), yang dicampur dengan nilai perbandingan tertentu untuk mendapatkan bahan yang jika diberi air menjadi bersifat plastis.

Bata yang terlalu banyak tanah liat (sedikit sekali pasir) akan mengakibatkan susutan bata cukup besar selama proses pengeringan dan pembakaran, yang dapat menimbulkan retak atau melengkung, bata yang terlalu banyak pasir (sedikit sekali tanah liat) akan mengakibatkan tidak adanya lekatan antar butir-butir tanah, sehingga mengakibatkan bata bersifat getas atau lemah. Sedikit kapur di dalam campuran berguna untuk membantu proses pelelehan pasir saat pembakaran, dan mengikat butir-butir tanah. Terlalu banyak kapur di dalam campuran mengakibatkan bata menjadi mudah retak.

3.1.1 Proses Pembakaran Bata

Pada pembakaran bata, panas yang terjadi dari pembakaran bahan bakar, dialirkan ke bata dan panas ini bisa dipakai untuk menaikkan suhu dari barang-barang yang dibakar, menguapkan air yang masih tertinggal (air pembentukan) dan melangsungkan reaksi kimia yang diperlukan, sehingga bata mendapatkan kekuatan, warna dan bentuk yang stabil. Ada 3 (tiga) cara untuk menghasilkan panas, yaitu:

- a. Dengan cara membakar bahan bakar,
- b. Dengan cara listrik. Bila arus listrik mengalir melalui tahanan listrik berupa kawat atau batang, panas akan terjadi yang dapat dipergunakan untuk industri. dan
- c. Dengan cara mekanik. Misalnya dua batang kayu yang satu kita gosok-gosokkan dengan yang lain, maka akan terjadi panas.

Bata merah yang akan digunakan untuk konstruksi bangunan harus memenuhi syarat-syarat tertentu antara lain: harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisi datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, permukaan harus kasar, warnanya merah seragam (merata) dan bunyinya nyaring bila diketok.

Adapun kriteria untuk pemilihan bata merah adalah (Suwardono, 2002):

- a. Kematangan bata mudah dibedakan dengan warnanya yang:
 1. hitam, terlalu matang,
 2. merah, matang, dan
 3. abu-abu/*cream*, masih mentah.

- b. Bunyinya dan warnanya,
- c. Ukuran bata terlalu kecil atau besar. Kriteria yang baik dengan sendirinya harus disesuaikan dengan standar yang berlaku, dan
- d. Tidak mudah hancur atau patah.

Tinggi rendahnya kualitas bata merah ini bergantung pada kualitas tanah lempung sebagai bahan mentah, metode dan pengawasan proses pengolahan seta pencetakan dan juga tergantung pada proses pembakaran.

3.2 **Zat aditif Rock**

Zat aditif rock adalah suatu *aditif* pengeras serba guna yang merupakan campuran dari unsur-unsur Non organik dengan prosentase yang diinginkan untuk meningkatkan efek ikatan semen. *Zat aditif* ini hampir mirip dengan semen yaitu sebagai bahan ikat yang mampu mengikat antar butiran sehingga akan memberikan kekuatan yang optimal. Tetapi *aditif* ini juga dapat diaplikasikan pada fasilitas transportasi seperti untuk memperbaiki stabilitas tanah lempung untuk perkerasan. *zat aditif* ini juga dapat diaplikasikan untuk fasilitas irigasi. Keuntungan dalam menggunakan *zat aditif* ini antara lain :

1. Dapat digunakan untuk daya ikat pada pasir laut tanpa dicuci terlebih dahulu
2. Mudah dalam pengerjaannya (*workability*)
3. Dapat digunakan untuk perkerasan pada daerah rawa atau payau
4. Memperbaiki pondasi di dasar laut
5. Mencegah keretakan

(sumber : PT ROCK TECHNO INDONESIA)

3.3 Pengujian Awal Sampel

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari bata merah dengan variasi campuran zat *aditif rock*. Sehingga diketahui kualitas bata merah sebagai salah satu bahan konstruksi, baik dari segi fisik, bentuk, ukuran dan kematangan bata. Pengujian yang dilakukan dilaboratorium meliputi pengujian berat volume kering bata merah, pengujian berat jenis bata merah, pengukuran dimensi bata merah, dan pengujian serapan air pada bata merah.

3.3.1 Pengujian Dimensi Bata Merah

Secara fisik ukuran atau dimensi bata merah harus diperhatikan, walaupun modifikasi ukuran dan bentuk dari bata merah yang sudah umum dibuat (konvensional) diperbolehkan. karena ukuran bata merah berhubungan dengan inersia penampang pada bata merah tersebut. sehingga dapat juga berpengaruh terhadap besarnya kekuatan bata tersebut. Menurut SII.0021-1978 dan PUBI-1982, ukuran standar bata merah (konvensional) adalah seperti dijelaskan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Ukuran Bata Merah Menurut PUBI-1982

Acuan yang dipakai	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Modul M-5a	190	90	65
Modul M-5b	190	140	65
Modul M-6	230	110	55

Acuan lain yang dipakai dalam pengukuran dimensi bata merah di Indonesia adalah Peraturan Bata Merah sebagai Bahan Bangunan yang berlaku di Indonesia (NI-10) dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, yang menyatakan

bahwa dimensi bata merah yang sudah umum digunakan sebagai bahan bangunan (bata konvensional) adalah seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Dimensi (Standar Indonesia NI-10)

Jenis	Panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Bata I	240	115	52
Bata II	230	110	50

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

Tabel 3.3 Penyimpangan yang diperbolehkan

	Panjang	Lebar	Tebal
% penyimpangan	3	4	5
Selisih (max-min) (mm)	10	5	4

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan, SNI NI-10, 1964

Untuk keperluan tertentu penggunaan bata merah dengan dimensi lain (non-konvensional) diperbolehkan.

Bata merah harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum diukur panjang, lebar, dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Disamping itu, bata yang dipilih untuk pengukuran diusahakan bata merah yang tidak terlalu lama setelah pembakaran, karena bila bata merah terlalu lama berada pada udara terbuka dimungkinkan pori-pori bata banyak dimasuki air. Dimensi bata merah yang digunakan pada penelitian ini (panjang, lebar dan tingginya) adalah 24 x 11 x 4 cm, sesuai dengan dimensi cetakan bata yang digunakan produsen bata daerah setempat.

3.3.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Nilai berat volume kering bata merah dapat digunakan untuk menentukan golongan bata merah tersebut termasuk golongan bata merah berat atau ringan. Pengujian berat volume kering ini mengacu pada Peraturan Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan SNI-10. Bata merah termasuk kedalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kering kurang dari 1.2 gr/cm^3 . Besarnya berat volume kering dapat dihitung dengan persamaan (3.1).

$$BVk = \frac{Wk}{Vk} \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan: BVk = Berat Volume kering (gr/cm^3),
 Wk = Berat bata kering (gr),
 Vk = Volume bata kering (cm^3).

3.3.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah

Menurut ASTM/Vol 01.05/C67, berat jenis bata merah didapat dengan cara membandingkan antara berat kering bata merah dengan volume *solid* dari bata merah tersebut. Berat kering bata merah didapat dengan cara menimbang bata merah yang telah dikeringkan dalam oven hingga suhu $110^{\circ} - 115^{\circ} \text{ C}$ minimal selama 24 jam. Sedangkan volume *solid* bata merah didapat dengan cara mengurangi volume kering bata merah dengan volume *void* (pori) yang terdapat dalam bata merah tersebut.

Volume pori bata merah didapat dengan cara menghitung selisih berat antara bata merah jenuh air dengan berat bata merah kering oven, volume pori adalah sama dengan volume air yang mengisi pori bata merah tersebut, dan

besarnya sama dengan selisih berat antara bata merah kering (setelah dikeringkan dengan oven) dengan berat bata merah yang jenuh air. Berat jenis bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.2).

$$B_j = \frac{W_k}{V_s} \dots\dots\dots(3.2)$$

Keterangan: B_j = Berat jenis bata merah (gr/cm^3),

W_k = Berat kering bata merah (gr),

V_s = Volume *solid* bata merah (cm^3).

3.3.4 Uji Serapan Air

Bata merah yang baik bila direndam dengan air tidak mengeluarkan gelembung terlalu banyak serta tidak hancur bila direndam dalam air. Uji serapan air dimaksudkan untuk mengamati sifat fisik bata yang berkaitan dengan prosentase kadar air yang terserap pada bata. Bata umumnya dikatakan baik apabila penyerapan airnya kurang dari 20 persen (Kardiyono, 1992). Semakin besar pori-pori bata, maka semakin banyak air yang terserap dalam bata, menjadikan bata semakin lunak dan akan mempengaruhi kekuatan bata.

Perhitungan uji serapan air dengan persamaan (3.3) berikut ini.

$$\text{Penyerapan Air } (c) = \frac{b - a}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(3.3)$$

dimana: a = berat kering (gram)

b = berat jenuh setelah bata direndam selama 24 jam (gram)

c = absorpsi/penyerapan air (%)

3.4 Pengujian Akhir Sampel

Pengujian akhir sampel perlu dilakukan untuk mendapatkan data-data yang cukup akurat sehingga dapat dilakukan analisis dan pembahasan tentang permasalahan yang terjadi untuk kemudian diambil kesimpulan.

3.4.1 Kuat Tekan Bata

Kuat tekan bata adalah kekuatan/kemampuan bata menahan beban aksial terhadap luas bidang tekan. Pengujian kuat tekan bata merah menunjukkan mutu kuat tekannya. Kekuatan ini dipengaruhi mutu bahan yang digunakan, proses pengolahan dan pembakarannya. Kuat tekan sebuah benda percobaan didapat sebagai hasil bagi beban/gaya tekan secara merata terhadap luasan bidang tekan pada bata. Nilai standar mutu bata merah berdasarkan kuat tekannya dapat dilihat pada peraturan Bata merah sebagai bahan bangunan NI-10, seperti tertera pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Mutu dan Kuat Tekan Bata (NI - 10)

Mutu Bata Merah	Penyimpangan Dimensi Test	Kuat Tekan (Kg/cm ²)
1	Tidak ada	>100
2	1 dari 10	100 - 80
3	2 dari 10	80 - 60

Sumber: Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan. SNI NI-10. 1964

Sedangkan menurut SII.0021-78 dan PUBI-1982 mutu bata dikelompokkan menjadi 6 kelas seperti dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Mutu Dan Kuat Tekan Bata Merah (SII)

Kelas	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
25	25
50	50
100	100
150	150
200	200
250	250

Menurut SNI-10 1964, kuat tekan bata didapat dengan cara memberikan gaya tekan secara merata pada permukaan sampel bata merah berbentuk kubus dengan luasan permukaan > 9,3 cm². Nilai kuat tekan bata dapat dihitung dengan persamaan (3.4).

$$\text{Kuat Tekan, } f = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (3.4)$$

dimana:

f = Kuat tekan *specimer*/bahan uji (MPa)

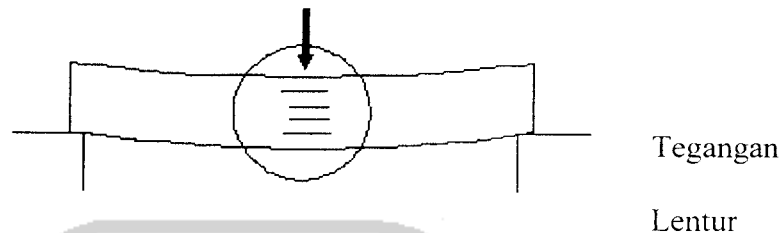
P = Maksimum pembebanan (kN)

A = Luas bidang tekan (m²)

3.4.2 Kuat Lentur Bata

Pengujian Kuat Lentur bata merah dimaksudkan untuk mengetahui kuat lentur pada benda uji bata merah akibat pembebanan di tengah bentang pada benda uji bata merah. Menurut schodek (1999), lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (biasanya elemen tersebut adalah balok) sebagai akibat dari adanya beban *transversal/lintang*. Selanjutnya dikemukakan, aksi lentur mengakibatkan serat-serat pada elemen mengalami tarik dan tekan pada satu penampang yang sama. Kekuatan elemen yang mengalami

lentur tergantung pada distribusi material pada penampang, juga jenis material. Perilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.2.



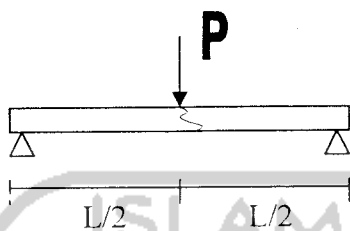
Gambar 3.2 Prilaku Umum Balok

Nilai kuat lentur bata merah berkaitan dengan kemampuan bata merah menahan beban yang akan menyebabkan keretakan saat bata tidak mampu lagi menahan gaya *transversal*. Makin tinggi nilai kuat lentur makin baik kualitas bata tersebut. (Pudik, Solihatun, 2004). Ketika mengalami aksi lentur, balok juga mengalami pergeseran gaya dalam serat yang saling berlawanan untuk menahan dan mengimbangi kestabilan struktur sebagai efek dari beban *transversal*. Kegagalan tegangan geser terjadi pada arah vertikal dan horizontal. Semua perilaku diatas juga berlaku pada bahan/elemen termasuk pada bata. Perhitungan kuat lentur untuk benda uji dengan bidang pecah berada ditengah, dihitung dengan persamaan (3.5) berikut ini.

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

- dimana:
- σ_p = kuat lentur /bahan uji (kPa)
 - P = Maksimum pembebanan (kN)
 - L = Jarak dukungan (m)
 - b = Lebar bata (m)
 - d = Tebal bata (m)

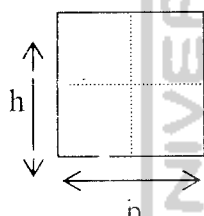
Apabila sampel uji mengalami pecah di tengah, maka penggunaan rumus kuat lentur seperti diatas. Penurunan dari formula tersebut adalah sebagai berikut :



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \cdot L/2$$

$$M_b = P/2 \cdot L/2$$



$$I_y = h/2$$

$$\sigma_{\text{lentur}} = \frac{\frac{P}{2} \cdot \frac{L}{2} \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{8} \cdot P \cdot L}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3} = \frac{12 \cdot P \cdot L}{8 \cdot b \cdot h^3}$$

$$= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^3}$$

Sedangkan apabila bidang pecah benda uji tidak berada ditengah, perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan (3.6) sebagai berikut :

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma_p) = \frac{3 \cdot P \cdot c}{b \cdot d^2} \dots\dots\dots (3.6)$$

dimana: σ_p = kuat lentur /bahan uji (kPa)

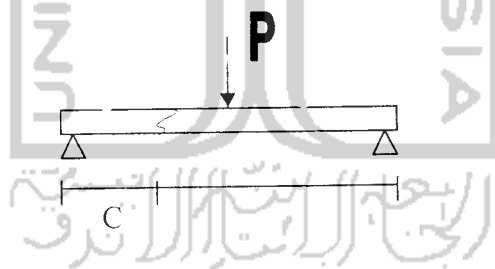
P = Maksimum pembebanan (kN)

c = Jarak rata-rata bidang pecah ke tumpuan terdekat,
tidak lebih dari 10% bentang tumpuan terhadap titik tengah

b = Lebar bata (m)

d = Tebal bata (m)

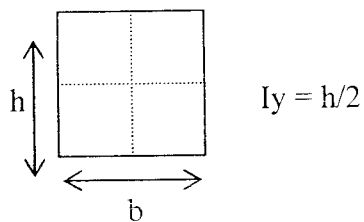
Penurunan rumus kuat lentur bila mengalami pecah tidak di tengah sebagai berikut :



$$\sum M_b = 0$$

$$R_a \cdot C$$

$$M_b = P/2 \cdot C$$



$$\begin{aligned} \sigma \text{ lentur} &= \frac{\frac{P}{2} \cdot C \cdot \frac{h}{2}}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \cdot P \cdot C}{\frac{1}{12} \cdot b \cdot h^2} = \frac{12 \cdot P \cdot C}{4 \cdot b \cdot h^2} \\ &= \frac{3 \cdot P \cdot C}{b \cdot h^2} \end{aligned}$$

3.5 Teori Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut. Selain menggunakan bantuan *software microsoft excel*, terdapat hal-hal dasar yang menjadi acuan pengolahan data. Data yang tersaji akan diketahui seberapa besar penyimpangannya dari rata-rata sampel melalui standar *deviasi* atau simpangan baku.

Sebelum membahas standar *deviasi* perlu diketahui dahulu mengenai *mean* atau rata-rata. *Mean* adalah suatu ukuran dari lokasi sentral (Ritonga, 1987). Perhitungan *mean* untuk data tunggal/tidak dikelompokkan seperti pada persamaan (3.7) berikut.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(3.7)$$

- dimana:
- X_{rerata} = rata-rata hitung
 - X = subyek/data yang dihitung
 - Σ = jumlah dari data
 - n = jumlah sampel

Sementara itu, perhitungan untuk standar *deviasi* seperti pada persamaan (3.8) berikut.

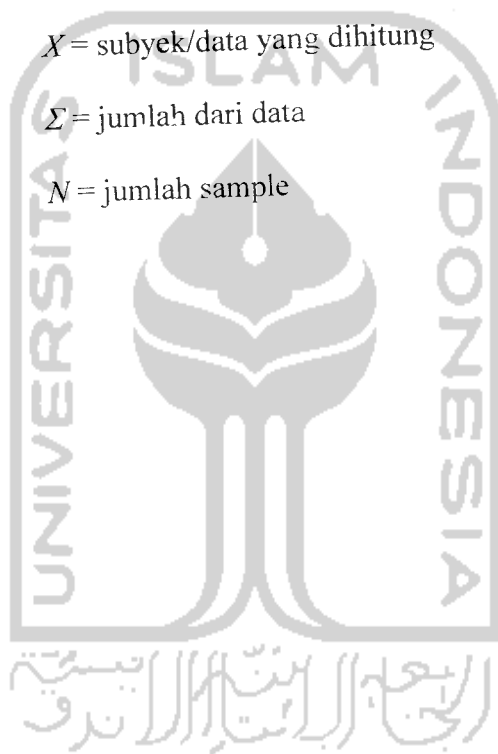
$$s = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \quad (3.8)$$

dimana: s = simpangan baku/standar *deviasi* sampel

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

N = jumlah sample



BAB IV

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian tugas akhir ini mencakup hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian ini. Dimulai dari studi pustaka untuk merumuskan tujuan penelitian yang akan dilaksanakan, dilanjutkan dengan survei material dan pelaksanaan penelitian secara bertahap di laboratorium, yang sebelumnya sudah dirangkai dalam sebuah metode penelitian, antara lain memuat tentang prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis meliputi bahan, peralatan, langkah-langkah pengujian, dan prosedur penelitian. Kemudian diperoleh hasil yang nantinya akan menjawab permasalahan yang telah diuraikan dalam tugas akhir ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.5.

4.1 Persiapan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini digunakan material yang diperlukan untuk menunjang jalannya penelitian, yang selanjutnya diuraikan berikut ini.

4.1.1 Tanah Liat

Tanah liat yang digunakan adalah tanah liat yang berasal dari Desa Bendungan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten.

4.1.2 Zat Aditif Rock

Penelitian ini menggunakan zat aditif dari pabrikan korea, dengan CV. ASCOTAMA REKA GRAHA selaku distributor.

4.1.3 Sekam padi

Sekam padi atau yang lebih dikenal dengan nama *mrambut* berasal dari Desa Bendungan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten.

4.1.4 Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air dari Desa Bendungan, Kecamatan Cawas, Kabupaten Klaten (air tanah).

4.2 Persiapan Peralatan Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.1. Peralatan Penelitian

Tabel 4.1 Peralatan Penelitian

No.	Alat	Kegunaan
1	Oven	Pengering agregat/bahan
3	Timbangan	Menimbang bahan-bahan
4	Kaliper	Mengukur dimensi benda uji
5	Mesin uji desak	Alat uji desak
6	Kolam perendaman	Mengetahui penyerapan air
7	Cetok	Pengaduk & perata campuran
8	Ember besar	Tempat pengadukan campuran
9	Mesin uji lentur	Alat uji lentur

Tabel 4.2 Jumlah Sampel Penelitian

Pengujian Awal					
jenis variasi	I	II	III	IV	V
uji dimensi bata	10 buah	10 buah	10 buah	10 buah	10 buah
uji berat volume kering	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah
uji berat jenis bata	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah
uji serapan air	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah
Pengujian Akhir					
jenis variasi	I	II	III	IV	V
uji kuat tekan bebas	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah
uji kuat lentur	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah	5 buah

Keterangan :

Variasi I : Campuran zat *aditif rock* 0%

Variasi II : Campuran zat *aditif rock* 1%

Variasi III : Campuran zat *aditif rock* 2%

Variasi IV : Campuran zat *aditif rock* 3%

Variasi V : Campuran zat *aditif rock* 4%

4.3 Pengujian Awal Sampel

Sesuai dengan tujuan penelitian untuk mengetahui sifat-sifat fisik bata merah yang sudah diberikan campuran *aditif rock*, pengujian tersebut terdiri dari uji pengukuran dimensi bata merah, uji berat volume kering, uji berat jenis, dan uji serapan air.

4.3.1 Uji Dimensi Bata Merah

Dimensi bata merah yang digunakan harus tepat/presisi sempurna, dengan toleransi yang diperbolehkan $\pm 0,5$ mm, bersudut siku-siku pada pertemuan sisinya, permukaan sisi-sisinya rata dan tidak terdapat retak-retak. Metoda pengukuran dimensi bata antara lain adalah berikut ini.

1. Kotoran yang menempel pada permukaan bata dibersihkan.
2. Ukur lebar, panjang dan tebal bata tersebut pada 3 titik berbeda.
3. Bata yang tidak memenuhi syarat yang ditentukan dipisahkan.

4.3.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Pengujian ini mengacu pada SNI-10 1964, dan nilai berat volume kering bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.1). Langkah-langkah pengujian yang dilakukan antara lain adalah berikut ini.

1. Ambil 10 buah sampel bata merah yang telah dibersihkan kemudian dimasukkan dalam oven dengan suhu $\pm 110^{\circ}$ - 115° C, selama 24 jam.
2. Bata merah diukur dimensinya dan ditimbang hingga berat bata tetap (selisih berat yang ditolerir adalah kurang dari 10 gram) kemudian dicatat berat sampel tersebut.

4.3.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah

Pengujian ini mengacu pada ASTM/Vol04.05/C67, besarnya berat jenis bata merah dapat dihitung dengan persamaan (3.2). Tahapan yang dilakukan pada pengujian ini antara lain adalah berikut ini.

1. Keringkan bata merah dengan oven kemudian catat dimensi dan beratnya.
2. Rendam dalam air hingga keadaan jenuh \pm selama 24 jam.

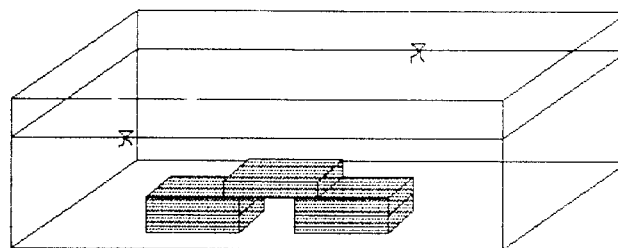
3. Tiriskan dan bersihkan permukaan bata merah dengan kain lap setelah bata merah tersebut dalam keadaan jenuh air.
4. Bata merah ditimbang beratnya setelah permukaan bata merah tersebut dibersihkan.

4.3.4 Pengujian Serapan Air

Langkah-langkah pengujian serapan air pada bata adalah sebagai berikut.

1. Ambil 10 buah bata utuh, kemudian dibersihkan dari kotoran dari bagian-bagian yang lepas.
2. Masukkan sampel kedalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}$ C hingga berat tetap (selisih dua kali penimbangan berturut-turut kurang dari 10 gram), setelah itu keluarkan, didinginkan dan ditimbang.
3. Rendam sampel didalam air selama 24 jam, setelah itu diangkat dan diseka dengan kain basah untuk menghilangkan air yang berlebihan pada permukaannya.
4. Sampel kemudian ditimbang dalam waktu kurang dari 3 menit setelah pengangkatan dari air.

Bentuk pengujian serapan air dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengujian Serapan air

4.4 Pengujian Akhir Sampel

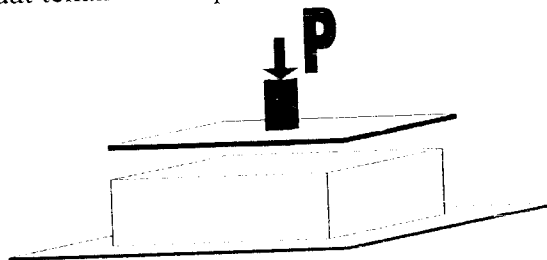
Pada pengujian akhir sampel ini merupakan pengujian sampel bata merah secara mekanik, yaitu pengujian kuat tekan bata merah dan pengujian kuat lentur bata merah. Dari uji ini bisa diketahui seberapa besar kuat bata merah dengan variasi campuran zat *aditif rock*. Sehingga diketahui berapa campuran yang tepat untuk memperoleh kuat bata merah yang maksimal.

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan (*Compressive Strength Test*)

Pengujian yang dilakukan mengacu pada SNI-10 1964, sehingga didapat nilai kuat tekan bata merah dengan cara memberikan tekanan secara merata pada permukaan bata utuh. Besarnya kuat tekan bata merah dihitung dengan persamaan (3.4). Metoda pengujian kuat tekan bata yang dilakukan adalah berikut ini.

1. Sampel yang digunakan berjumlah 10 buah buah.
2. Benda uji dipotong menjadi dua bagian sama panjang, sehingga dimensi bata menjadi $\pm 10 \times 10 \text{ cm}$, hal ini sesuai dengan syarat yang ditentukan SNI-10 1984 untuk luasan permukaan benda uji harus $> 90.3 \text{ cm}^2$.
3. Pada masing-masing benda uji dikerjakan gaya tekan dengan kecepatan $2 \text{ kg/cm}^2/\text{detik}$.

Bentuk pengujian kuat tekan bata dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pengujian Kuat Tekan bata

4.4.2 Pengujian Kuat Lentur

Besarnya kuat lentur bata merah dihitung dengan persamaan (3.5).

Tahapan pengujian kuat lentur pada bata adalah sebagai berikut.

1. Ambil 5 buah bata utuh dan diukur dimensinya.
2. Diberikan tekanan sepanjang permukaan tebal seperti pada Gambar 4.4 Pengujian kuat lentur bata, dan dipastikan pada arah panjang dan lebar bebas, dengan besar penekanan tidak boleh lebih dari 8896 N/menit atau tidak melebihi 1,27 mm/menit, kemudian analisis kerusakan bata.



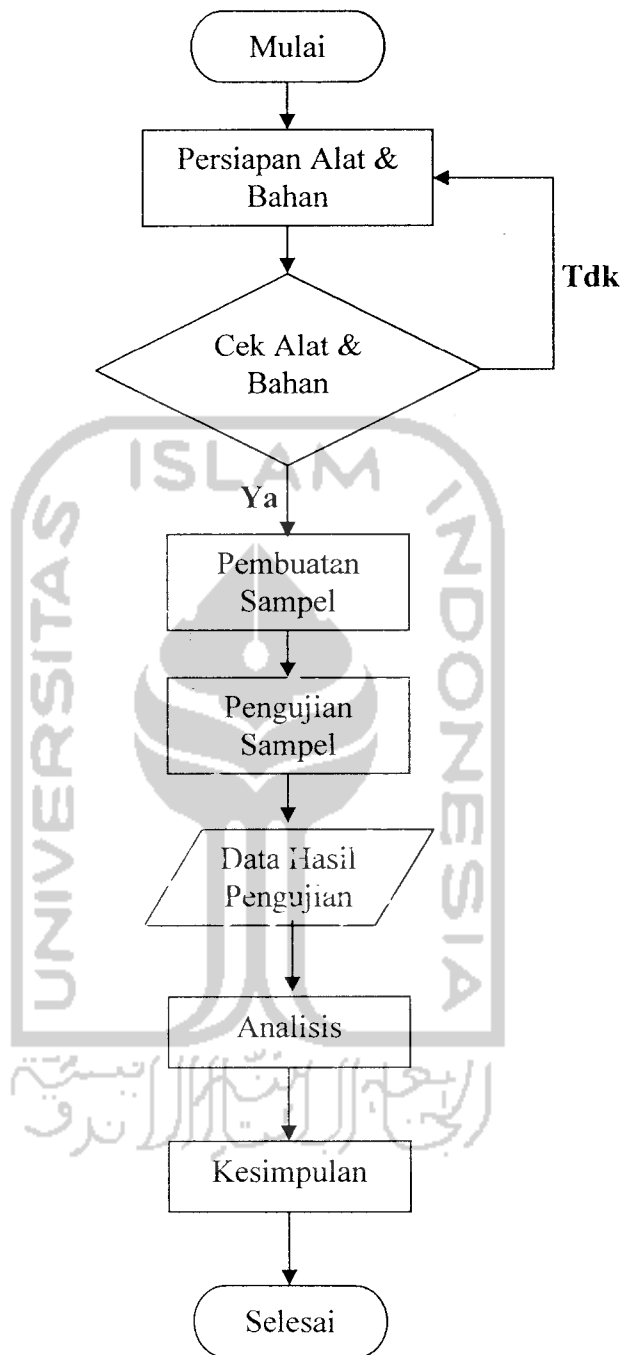
Gambar 4.4 Pengujian kuat lentur bata

4.5 Tahapan Penelitian

Untuk mendapatkan hasil yang baik maka penelitian yang dilakukan harus memenuhi kaidah-kaidah metoda ilmiah berikut ini.

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pengujian bahan dan sampel.
3. Analisis data pengujian.
4. Pengambilan kesimpulan.

Secara sistematis kaidah-kaidah tersebut dapat dilihat Gambar 4.5.



Gambar 4.5 *Flow Chart Tahapan Penelitian*

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis, diantaranya meliputi pengukuran dimensi, pengujian berat volume, berat jenis, serapan air, kuat tekan, kuat lentur.

5.1 Hasil Pengujian Awal Benda Uji

5.1.1 Pengukuran Dimensi Bata Merah

Pengukuran dimensi bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman bata merah yang didapat dengan mengambil rata-rata dimensi bata merah yang diukur menggunakan Kaliper dengan ketelitian hingga 0.001 mm secara acak.

Dari hasil pengukuran dimensi bata merah per variasi dengan jumlah sampel 10 bata tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel 5.1 sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil rerata uji dimensi bata merah

% Variasi	Panjang rata-rata (cm)	Lebar rata-rata (cm)	Tinggi rata-rata (cm)
0	24,990	11,100	4,025
1	24,787	10,880	4,100
2	24,600	10,790	4,025
3	24,990	11,055	4,060
4	24,928	10,985	4,160
rata-rata (cm)	24,859	10,962	4,074
Dimensi yang ditetapkan (SNI NI-10, 1964)			
bata I (mm)	240	115	52
bata II (mm)	230	110	50

Tabel 5.2 Nilai rerata penyimpangan dimensi bata merah

% Variasi	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
0	5,062	4,505	8,696
1	4,438	3,676	9,756
2	3,659	4,634	7,453
3	3,601	4,523	9,852
4	2,888	4,552	7,212
rata-rata (%)	3,929	4,378	8,594
Nilai Penyimpangan yang diperbolehkan (SNI NI-10, 1964)			
% Penyimpangan	3	4	5

Menurut SII-0021-78 dan PUBI-1982 ukuran bata merah konvensional dapat dilihat pada Tabel 3.1, sedangkan ukuran standar bata merah menurut SNI-10 1964 untuk panjang, lebar, tebal dan toleransi penyimpangan dimensi bata dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan 3.3

Dengan membandingkan hasil pengukuran dimensi bata merah dengan ukuran standar bata merah menurut SII-0021-78 dan PUBI-1982 pada Tabel 3.1, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. panjang dan lebar bata merah hasil pengujian lebih besar. namun tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5a,
2. panjang bata merah hasil pengujian lebih besar. namun lebar dan tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-5b, dan
3. panjang bata merah hasil pengujian lebih besar. namun lebar dan tebal bata merah hasil pengujian lebih kecil dari ketetapan pada Modul M-6.

Sedangkan jika dibandingkan dengan peraturan SNI-10 1964 pada Tabel 3.2 didapatkan kesimpulan bahwa panjang bata merah lebih besar dari standar yang ditetapkan, sedangkan lebar dan tebal bata merah lebih kecil dari standar yang ditetapkan baik jenis bata besar maupun untuk jenis bata kecil.

Penyimpangan ukuran pada bata merah hasil pengujian, terbesar dan terkecil adalah 3,929% pada panjang, 4.378% pada lebar dan 8.594% pada tebalnya. Menurut SNI-10, terdapat penyimpangan ukuran panjang, lebar dan tebal bata merah yang sudah melebihi toleransi yang diberikan. Namun secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa bata merah dengan campuran *aditif rock* termasuk dalam kategori bata merah I menurut SNI NI-10, 1964 yang mempunyai tingkat keseragaman yang baik walaupun terdapat penyimpangan dimensi yang melebihi toleransi yang diberikan, sebab dalam proses pencetakan bata merah dengan campuran *aditif rock* menggunakan cetakan yang digunakan oleh masyarakat setempat selaku produsen bata merah. Secara lengkap hasil pengukuran dimensi bata merah dengan campuran *aditif rock* dapat dilihat pada lampiran.

5.1.2 Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah

Pengujian berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* bertujuan untuk mengetahui berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock*, sehingga bata merah tersebut dapat digolongkan kedalam golongan bata merah berat atau bata merah golongan ringan. Menurut SNI-10 1964 bata merah dapat digolongkan kedalam golongan bata merah ringan jika mempunyai berat volume kurang dari $1,2 \text{ gr/cm}^3$. Analisa data yang diperoleh untuk uji berat volume kering dilakukan untuk per variasi yaitu 0%, 1%, 2%, 3% dan 4%.

Dari hasil pengujian didapatkan berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* 1 % no sampel 1 adalah $1,445 \text{ gr/cm}^3$, maka berdasarkan SNI-10 1964 bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I no sampel 1 masih termasuk dalam golongan bata merah berat.

Metoda penghitungan berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* yang telah dilakukan, adalah seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran pada bata merah seperti pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No. Sampel 1

Variabel	Sampel bata merah No 1
p (cm)	24,8
l (cm)	10,9
t (cm)	3,9
V Bata (cm^3)	1,054
Berat kering (gr)	1,523
BVK (gr/cm^3)	1,445

Sesuai persamaan (3.1) maka berat volume kering bata merah adalah berikut ini.

$$BVk = \frac{Wk}{Vk}$$

$$= \frac{1.523}{1.054} = 1,445 \text{ gr/cm}^3.$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1 % rock), dengan jumlah sampel 5 buah adalah berikut ini.

Tabel 5.4 Data Pengujian Berat Volume Kering Bata Merah variasi II

No sampel	X_i (BVK gr/cm ³)	X_i^2	s
1	1,445	2,087	0,032
2	1,426	2,033	
3	1,413	1,996	
4	1,451	2,107	
5	1,371	1,879	
Σ	7,105	10,102	

Dari Tabel 5.4 diperoleh $\Sigma X_i = 7.105$; $n = 5$ sampel. maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1 % rock) berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{7,105}{5} = 1,421 \text{ gr/cm}^3.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

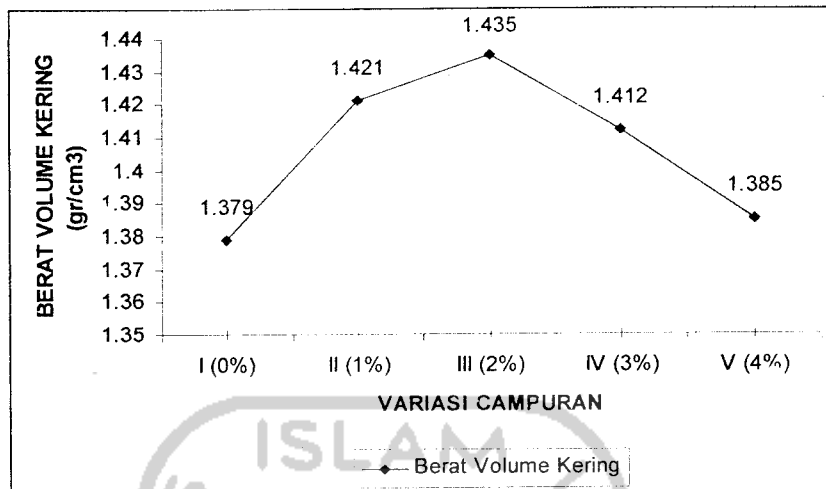
$$= \sqrt{\frac{(5 \times 10,102) - (7,105)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,032.$$

Untuk analisa berat volume kering bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis berat volume kering diatas. Penghitungan berat volume kering untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel, pada lampiran

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran *rock* (0% *rock*) sebesar 1,379 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 1,435 gr/cm³. Kemudian mengalami penurunan nilai berat volume kering pada variasi IV, V. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.5 dan gambar 5.1 dibawah ini.

Tabel 5.5 Data Rerata Pengujian Berat Volume Kering Bata Per Variasi

Variasi	BV _k Rerata (gr/cm ³)
I (0%)	1,379
II (1%)	1,421
III (2%)	1,435
IV (3%)	1,412
V (4%)	1,385



Gambar 5.1 Grafik Nilai Rerata Berat Volume Kering Bata Merah Per Variasi

Berat volume kering dipengaruhi oleh berat kering dan volume benda uji. Penurunan yang terjadi pada pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) dimungkinkan karena proses pengerasan yang terlalu cepat pada zat *aditif rock* yang mengalami ikatan homogen. Sehingga menimbulkan rongga-rongga yang mempengaruhi berat kering benda uji yang berkurang atau lebih ringan. Dengan semakin banyaknya prosentase zat *aditif* yang digunakan melebihi 2%, yaitu 3% dan 4% menyebabkan bertambah pula volume rongga atau pori bata merah.

Nilai rata – rata per variasi yang menunjukkan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* termasuk dalam katagori bata merah berat dengan nilai berat volume kering yang relatif lebih besar dari nilai yang sudah ditentukan dalam SNI NI-10, 1964 yaitu sebesar 1,2 gr/cm³. Hal ini karena dimensi panjang dari benda uji yang lebih besar dari ketentuan yang terdapat dalam SNI NI-10, 1964.

5.1.3 Pengujian Berat Jenis Bata Merah

Pengujian berat jenis bata merah bertujuan untuk mengetahui besarnya berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock*. Metoda penghitungan berat jenis dilakukan dengan menggunakan persamaan 3.2. Dari hasil pengujian diperoleh berat jenis bata merah variasi II (*1% rock*) no. sampel 1 adalah sebesar $2,382 \text{ gr/cm}^3$. Metoda penghitungan berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran pada bata merah seperti pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	24,8
Lebar (b)	10,9
Tebal (d)	3,9
Volume (V_k)	1,054
Berat kering (W_k)	1.523
Berat basah (W_b)	1,938
Berat air (W_w)	415

Berat air = berat bata jenuh air – berat bata kering oven

$$W_w = W_b - W_k$$

$$= 1.938 - 1.523 = 415 \text{ gram,}$$

karena $B_j \text{ air} = 1 \text{ gr/cm}^3$, maka volume air yang terserap = berat air yang terserap.

$$V_k = (l \times b \times d)$$

$$= (24,8 \times 10,9 \times 3,9)$$

$$= 1.045 \text{ cm}^3.$$

Volume *solid* = volume bata merah-volume air yang terserap dalam bata merah

$$\begin{aligned}V_s &= V_k - W_w \\ &= 1.054 - 415 = 639 \text{ cm}^3.\end{aligned}$$

Sesuai persamaan (3.2) maka berat jenis bata merah adalah berikut ini.

$$\begin{aligned}B_j &= \frac{W_k}{V_s} \\ &= \frac{1.523}{639} = 2,382 \text{ gr/cm}^3.\end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* adalah berikut ini.

Tabel 5.7 Data Pengujian Berat Jenis Bata Merah Variasi II

No. Sampel	X_i Berat Jenis (gr/cm^3)	X_i^2	s
1	2,382	5,673	6,183
2	2,212	4,893	
3	2,132	4,547	
4	2,444	5,973	
5	1,995	3,981	
Σ	11,165	25,066	

Dari Tabel 5.7 diperoleh $\Sigma X_i = 11,165$; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata berat jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) sebagai berikut :

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{11,165}{5} = 2,233 \text{ gr/cm}^3.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}}$$

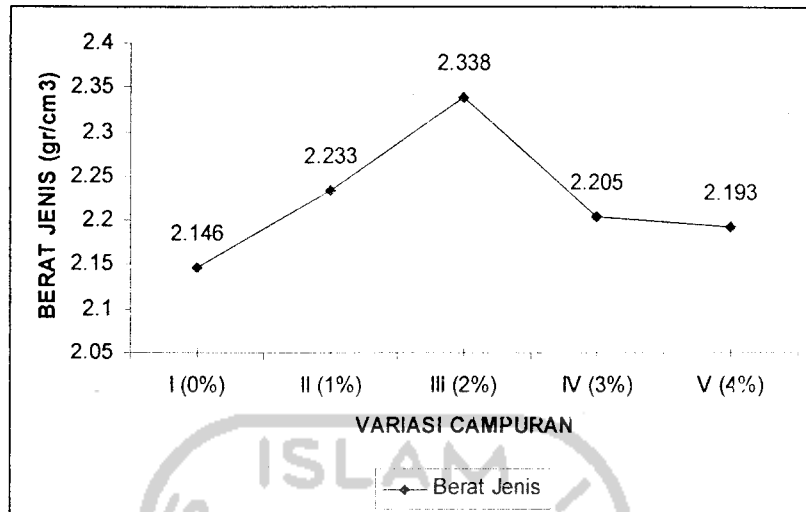
$$= \sqrt{\frac{(5 \times 25,066) - (11,165)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,033.$$

Untuk analisa berat Jenis bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis berat Jenis diatas. Penghitungan berat volume kering untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel, pada lampiran.

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 2,146 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 2,338 gr/cm³. Kemudian mengalami penurunan nilai berat jenis pada variasi IV, V masing-masing sebesar 2,205 gr/cm³ dan 2,193gr/ cm³. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.8 dan gambar 5.2 dibawah ini.

Tabel 5.8 Data Rerata Pengujian Berat Jenis Bata Per Variasi

Variasi	<i>Bj Rerata</i> (gr/cm ³)
I (0%)	2,146
II (1%)	2,233
III (2%)	2,338
IV (3%)	2,205
V (4%)	2,193



Gambar 5.2 Grafik Nilai Rerata Berat Jenis Bata Merah Per Variasi

Nilai berat jenis bata merah dipengaruhi oleh volume pori dari bata merah, sedangkan benda uji yang menggunakan zat *aditif rock* pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) memiliki volume pori yang cukup besar. Sehingga berpengaruh pada berat kering yang semakin kecil sedangkan volume pori semakin besar, oleh karena itu terjadi penurunan nilai berat jenis. Hal ini disebabkan karena proses pengerasan yang terlalu cepat pada zat *aditif rock* yang mengalami ikatan homogen, yang mempengaruhi kepadatan dari benda uji.

5.1.4 Pengujian Serapan Air Bata Merah

Pengujian serapan air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa besar penyerapan air oleh bata merah yang besarnya dinyatakan dalam % dari berat kering bata merah. Dengan menggunakan persamaan (3.3), maka dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata penyerapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1% *rock*) no sampel 1 adalah

sebesar 27,236%. Menurut Tjokrodimuldo 1992, pada umumnya bata merah dianggap baik bila penyerapan airnya kurang dari 20% dari berat keringnya, oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) no sampel 1 kurang baik, karena angka penyerapan airnya lebih besar dari 20%. Besarnya angka penyerapan ini juga menandakan kepadatan bata merah yang rendah sehingga terdapat banyak pori-pori pada bata merah tersebut. Metoda penghitungan nilai serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran nilai serapan air bata merah seperti pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9 Data Pengukuran Bata Merah Variasi II No Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (<i>l</i>)	24,8
Lebar (<i>b</i>)	10,9
Tebal (<i>d</i>)	3,9
Volume (<i>V_k</i>)	1,054
Berat kering (<i>W_k</i>)	1,523
Berat basah (<i>W_b</i>)	1,938
Berat air (<i>W_w</i>)	415

Sesuai persamaan (3.3) maka besarnya nilai penyerapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) adalah berikut ini.

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \\
 &= \frac{1,938 - 1,523}{1,523} \times 100\% = 27,236\%.
 \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari angka serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (*1% rock*) adalah sebagai berikut ini.



Tabel 5.10 Data Pengujian Serapan Air Pada Bata Merah Variasi II

No. Sampel	X_i Nilai <i>Absorpsi</i> (%)	X_i^2	s
1	27,236	741,784	2,187
2	24,923	621,164	
3	23,892	570,841	
4	27,978	782,831	
5	22,828	521,125	
Σ	126,858	3.237,746	

Dari Tabel 5.10 diperoleh $\Sigma X_i = 126,858\%$; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.6) didapatkan nilai rerata serapan air pada bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi II (1% *rock*) adalah sebagai berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{126,858}{5} = 25,372.$$

Sesuai dengan persamaan (3.7) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

$$s = \sqrt{\frac{(n \sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}{n(n-1)}} \\ = \sqrt{\frac{(5 \times 3.237,746) - (126,858)^2}{5 \times (5-1)}} = 2,187$$

Untuk analisa nilai serapan air bata merah dengan campuran *aditif rock* variasi I, III, IV dan V menggunakan metode analisis seperti pada analisis nilai serapan air diatas. Penghitungan nilai serapan air untuk variasi I, III, IV dan V dalam bentuk tabel pada lampiran.

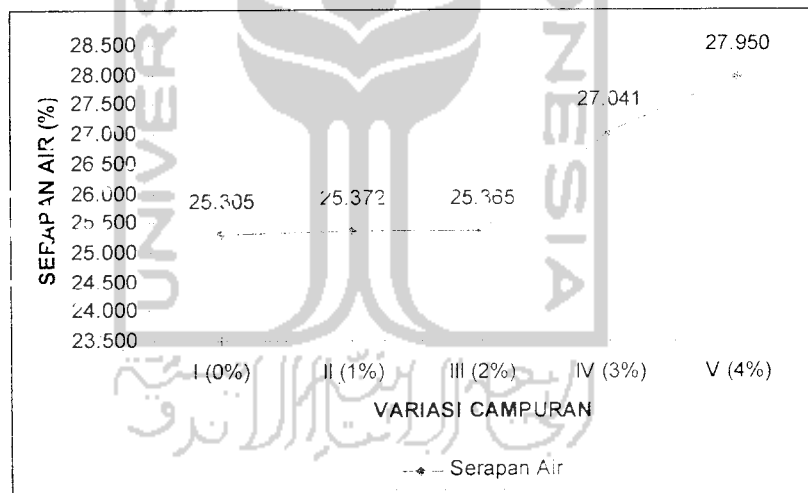
Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa

tan h
akan l
per v
ck me
ta mer
2).

campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 2,146 gr/ cm³, menunjukkan kenaikan terbesar pada variasi IV (3% *rock*) sebesar 27.041%. Kemudian mengalami penurunan nilai serapan air pada variasi V sebesar 26,836%. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.11 dan gambar 5.3 dibawah ini.

Tabel 5.11 Data Rerata Pengujian Serapan Air Bata Merah Per Variasi

Variasi	<i>a</i> Rerata (%)
I (0%)	25,305
II (1%)	25,372
III (2%)	25,368
IV (3%)	27,041
V (4%)	27,950



Gambar 5.3 Grafik Nilai Rerata Serapan Air Bata Merah Per Variasi

Pada uji serapan air, semakin kecil nilai serapan air menandakan bahwa benda uji mempunyai kepadatan yang lebih baik. Dengan volume pori yang besar menunjukkan bahwa kepadatan dari benda uji kurang baik. Kemudian kenaikan yang terjadi pada nilai hasil pengujian serapan air, dimungkinkan karena faktor proses pencetakan yang kurang padat selain faktor pengaruh dari zat *aditif rock*

yang mengalami ikatan homogen dan proses pengerasan yang lebih cepat, sehingga volume pori akan bertambah besar.

Nilai rata-rata per variasi yang menunjukkan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mempunyai nilai serapan air yang relatif lebih besar yaitu > 25 %, sedangkan bata merah yang baik mempunyai nilai serapan air kurang dari 20% (Kardiyono, 1992).



5.2 Hasil Pengujian Akhir Benda Uji

5.2.1 Pengujian Kuat Tekan Bata Merah

Tujuan dilakukannya pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan bata merah dalam menahan beban tekan maksimal yang dikerjakan. Standar mutu kuat tekan rata-rata bata merah menurut SNI-10 dapat dilihat pada Tabel 3.4 dan menurut SII dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Dari hasil pengujian kuat tekan untuk bata merah dengan campuran zat *aditif rock* diperoleh nilai kuat tekan rata-rata yaitu pada variasi II (1%) sebesar 3,532 MPa, III (2%) sebesar 3,649 MPa, IV (3%) sebesar 3,782 MPa dan V (4%) sebesar 4,725 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan rata-rata bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 3,120 MPa. Kenaikan tersebut seiring dengan bertambahnya jumlah prosentase zat *aditif rock* dalam campuran.

Metoda penghitungan kuat tekan bata merah pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran sampel kuat tekan pada bata merah variasi II (1%) sampel 1 seperti pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Data Pengukuran Bata Merah Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	10 cm
Lebar (b)	10,9 cm
Tebal (d)	3,9 cm
Luas bidang desak (A)	109 cm ²
Beban maksimum (P)	22,09 Kgf

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan dalam satuan MPa:

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= 10 \text{ cm} & \text{Lebar} &= 10,9 \text{ cm} & \text{Tebal} &= 3,9 \text{ cm} \\ &= 0,10 \text{ m} & &= 0,109 \text{ m} & &= 0,039 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bidang tekan} &= 10 \times 10,9 = 109 \text{ cm}^2 \\ &= 0,011 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban titik maksimal yang diterima benda uji (P)} &= 4179,38 \text{ Kgf} \\ &= 40,986 \text{ KN} \end{aligned}$$

Maka, kuat tekan dalam satuan Mpa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan (f)} &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{40,986}{0,011} = 3.760 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari kuat tekan bata merah adalah berikut ini.

Tabel 5.13 Pengujian kuat tekan Bata Merah dengan campuran zat *aditif rock*

No sampel	X_i kuat tekan (MPa)	X_i^2	s
1	3,76	14,138	0,679
2	4,086	16,695	
3	2,783	7,745	
4	2,834	8,032	
5	4,195	17,598	
Σ	17,658	64,208	

Dari Tabel 5.13 diperoleh $\sum Xi = 17,658$ MPa: $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.14) didapat nilai rerata kuat tekan bata merah berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{17,658}{5} = 3,532 \text{ MPa.}$$

Sesuai dengan persamaan (3.15) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

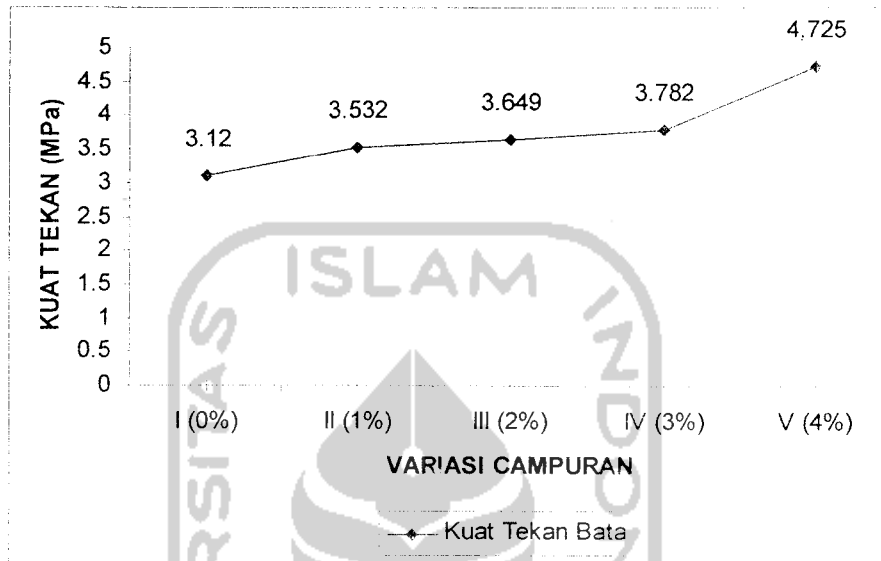
$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{(5 \times 64,208) - (17,658)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,679.$$

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 3.120 MPa, menunjukkan kenaikan nilai kuat tekan hingga variasi V (4% *rock*). Kenaikan tersebut seiring dengan bertambahnya jumlah prosentase *rock* dalam campuran.

Tabel 5.14 Data Rerata Pengujian kuat tekan Bata Per Variasi

Variasi	f Rerata (MPa)
I (0%)	3,120
II (1%)	3,532
III (2%)	3,649
IV (3%)	3,782
V (4%)	4,725

Besarnya nilai kuat tekan bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Nilai Rerata kuat tekan Bata Merah Per Variasi

Dibandingkan dengan bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock*, bata merah dengan zat *aditif rock* mempunyai nilai kuat tekan yang lebih baik. Hal ini dimungkinkan karena zat *aditif rock* yang mempunyai sifat sebagai pengeras, mempengaruhi timbulnya butiran butiran menyerupai agregat yang cukup keras. Sehingga ketika bata merah mendapatkan beban tekan dengan luasan tertentu sebagai bidang tekan, butiran keras tersebut juga mempunyai pengaruh untuk menahan kuat tekan bata merah, semakin banyak zat *aditif rock* maka semakin banyak pula jumlah butiran keras yang ada dalam bata merah. Sehingga nilai kuat tekannya menjadi bertambah.

5.2.2 Pengujian Kuat Lentur Bata Merah

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan maksimum bata merah untuk menahan gaya *transversal*. Pada pengujian ini diasumsikan beban yang dikerjakan adalah beban titik dengan jarak antar dukungan sejauh 20 cm.

Dari hasil pengujian kuat lentur untuk bata merah dengan campuran zat *aditif rock* diperoleh nilai kuat lentur rata-rata yaitu pada variasi II (1%) sebesar 0,308 MPa, III (2%) sebesar 0,342 MPa, IV (3%) sebesar 0,316 MPa dan V (4%) sebesar 0,306 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur rata-rata bata merah tanpa menggunakan zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 0,218 MPa. Metoda penghitungan kuat lentur bata merah pada satu sampel seperti contoh berikut ini.

Diketahui data pengukuran sampel kuat lentur pada bata merah variasi II (1%); sampel 1 seperti pada Tabel 5.15.

Tabel 5.15 Data Pengukuran Bata Merah Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (l)	24,9 cm
Lebar (b)	11,0 cm
Tebal (d)	4,1 cm
Jarak dukungan (x)	20 cm
Beban maksimum (P)	22,09 Kgf

Perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat lentur dalam satuan MPa:

$$\text{Panjang} = 24,9 \text{ cm}$$

$$= 0,249 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 11,0 \text{ cm}$$

$$= 0,11 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 4,1 \text{ cm}$$

$$= 0,041 \text{ m}$$

Jarak dukungan = 20 cm

$$= 0,20 \text{ m}$$

Beban titik maksimal yang diterima benda uji (P) = 22,09 Kgf

$$= 0,217 \text{ KN}$$

Karena dalam pengujian kuat lentur benda uji mengalami pecah di tengah, maka perhitungan kuat lentur menggunakan persamaan (3.6). Perhitungan kuat lentur dalam satuan MPa adalah :

$$\begin{aligned} \text{Kuat Lentur } (\sigma_p) &= \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{3 \times 0,217 \times 0,2}{2 \times 0,11 \times 0,041^2} = 0,351 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari kuat tekan bata merah adalah berikut ini.

Tabel 5.16 Pengujian kuat lentur Bata Merah dengan campuran zat *aditif rock*

No sampel	X_i kuat lentur (MPa)	X_i^2	s
4	0,351	0,123	0,041
5	0,251	0,063	
6	0,298	0,089	
7	0,301	0,091	
8	0,346	0,120	
Σ	1,547	0,485	

Dari Tabel 5.16 diperoleh $\Sigma X_i = 1.547$ MPa; $n = 5$ sampel, maka sesuai dengan persamaan (3.14) didapat nilai rerata kuat lentur bata merah berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1,547}{5} = 0,309 \text{ MPa.}$$

Sesuai dengan persamaan (3.15) maka didapatkan nilai simpangan baku berikut ini.

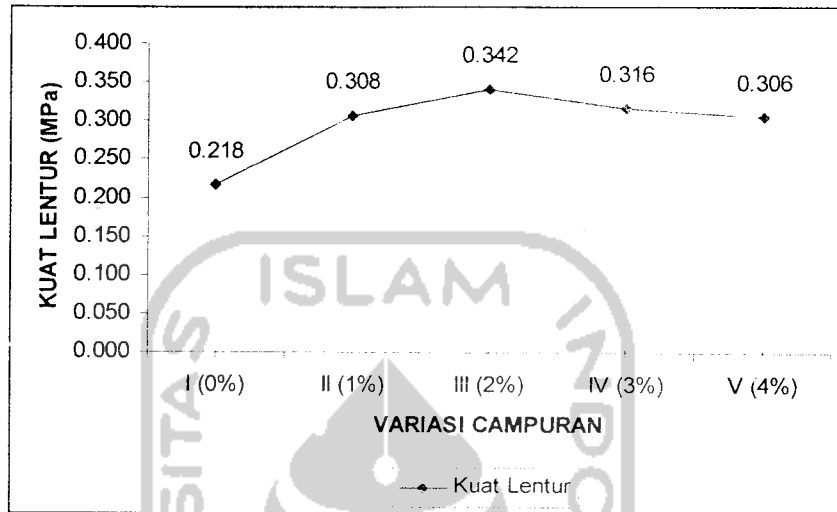
$$s = \sqrt{\frac{(n \cdot \sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n \cdot (n-1)}} \\ = \sqrt{\frac{(5 \times 0,485) - (1,547)^2}{5 \times (5-1)}} = 0,041.$$

Dari hasil analisa data diatas dapat diambil nilai rerata sehingga didapatkan kesimpulan bahwa bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dengan komposisi 1%, 2%, 3% dan 4% jika dibandingkan dengan bata merah tanpa campuran zat *aditif rock* (0% *rock*) sebesar 0,218 MPa mengalami kenaikan nilai kuat lentur, dan kenaikan terbesar pada variasi III (2% *rock*) sebesar 0,342 MPa. Kemudian mengalami penurunan nilai kuat lentur pada variasi IV, V. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada tabel 5.17 dan gambar 5.5 dibawah ini.

Tabel 5.17 Data Rerata Pengujian kuat lentur Bata Per Variasi

Variasi	σ_p Rerata (MPa)
I (0%)	0,218
II (1%)	0,308
III (2%)	0,342
IV (3%)	0,316
V (4%)	0,306

Besarnya nilai kuat lentur bata merah dengan campuran zat *aditif rock* dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Nilai Rerata kuat lentur Bata Merah Per Variasi

Penurunan nilai kuat lentur pada variasi campuran IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) dimungkinkan karena pengaruh bertambahnya jumlah *aditif rock* yang menyebabkan proses pengerasan menjadi semakin cepat. Ikatan homogen yang terjadi pada zat *aditif* menyebabkan terjadinya butiran-butiran yang mempengaruhi ikatan antar butiran tanah liat. Butiran-butiran tersebut menyebabkan kemampuan bata merah dalam menahan beban titik menjadi berkurang karena ketika bata mendapatkan beban titik terjadi gaya geser antar butiran, sedangkan ikatan antara zat *aditif rock* dan tanah liat kurang sempurna karena proses pengerasan zat *aditif rock* yang terlalu cepat. Dalam pengujian ini jumlah butiran dalam bata merah akan bertambah besar seiring dengan penambahan zat *aditif rock*. Tetapi walaupun hasil pengujian benda uji mengalami penurunan nilai pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*), nilai

kuat lenturnya lebih besar jika dibandingkan dengan bata merah tanpa menggunakan campuran zat *aditif rock*.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan sebagaimana telah dibahas dalam Bab V. Disamping itu, bab ini berisi saran-saran yang terkait dengan penelitian.

6.1 Kesimpulan

Pada pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah diuraikan pada Bab V, maka dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab tujuan-tujuan penelitian sebagai berikut ini.

1. Bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mempunyai sifat-sifat berikut ini.
 - a. Dimensi bata merah dengan campuran zat *aditif rock* maupun bata merah normal relatif seragam. Penyimpangan ukuran tebal yang relatif besar dapat diabaikan karena tidak berpengaruh terhadap ketebalan dinding yang dihasilkan.
 - b. Bata merah dengan campuran zat *aditif rock* masih termasuk bata merah berat berdasarkan SNI-10 1964.
 - c. Bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mencapai nilai maksimal Berat Volume Kering (*BVK*) pada variasi III (2%), maka terjadi peningkatan nilai Berat Volume Kering (*BVK*) rata-rata sebesar 1,413 gr/cm³.

- d. Bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mempunyai nilai Berat jenis (*B_j*) maksimal pada variasi rata-rata III (2%) yaitu sebesar 2,338 gr/cm³ dan nilai rata-rata sebesar 2,242 gr/cm³.
- e. Bata merah dengan campuran zat *aditif rock* mempunyai kadar pori relatif besar hal ini ditunjukkan dengan besarnya nilai maksimal serapan air yaitu 27,950 % pada variasi IV (4%).
- f. Kuat tekan bata merah dengan campuran zat *aditif rock* relatif tinggi yaitu ditunjukkan dengan nilai rata-rata sebesar 3,922 MPa, dengan nilai maksimal pada variasi IV (3%) sebesar 4,72 MPa sehingga dapat digunakan untuk dinding yang mendukung beban.
- g. Nilai rata-rata kuat lentur bata merah dengan campuran zat *aditif rock* adalah 0,318 MPa dengan nilai maksimal pada variasi III (2%) sebesar 0,342 MPa.

6.2 Saran-saran

Setelah dilakukan penelitian maka dapat kami sumbangkan saran-saran berikut ini.

1. Dalam proses pencetakan bata merah dibutuhkan ketelitian sehingga didapatkan kepadatan bata yang baik.
2. Sebelum pemasangan bata merah dengan campuran zat *aditif rock* harus direndam hingga jenuh air, mengingat nilai serapan air pada bata merah dengan campuran zat *aditif rock* relatif besar.

3. Untuk menghasilkan kuat lentur bata merah yang optimal digunakan variasi III yaitu dengan penambahan zat *aditif rock* sebesar 2% dari jumlah volume air dalam campuran.
4. Dilakukan penelitian sejenis dengan pengambilan sampel tanah liat sebagai bahan baku bata merah dari daerah lain.



DAFTAR PUSTAKA

- _____. (1992), **Annual Book Of ASTM Standars**, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum, (1964), **Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan NI-10**, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1973), **Persyaratan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia NI-3 (PUBI 1970)**, Yayasan Dana Normalisasi Indonesia.
- Atindriana, (2003), **Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Daerah Sleman Yogyakarta Dengan Variasi Campuran Mortar**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Heinz Frick dan Koesmartadi Ch. (1999), **Ilmu Bahan Bangunan**, Kanisius, Yogyakarta.
- Pambudiyono dan Setyewati. (2005), **Karakteristik Fisik dan Mekanik Bata Merah Godean Sleman Yogyakarta**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Prayogi, P., dan Solihatun, (2004), **Sifat-sifat Fisik Bata, Kuat Lentur Dinding Pasangannya Dengan Variasi Campuran Mortar Menggunakan Pasir Dicuci dan Pasir Tidak Dicuci (Dengan Kadar Lunpur Rendah)**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Yunianto, D. S., dan Widodo, S., (2004), **Pengaruh Variasi Kandungan Air Mortar Terhadap Kekuatan Pasangan Bata Sayegan Sleman**, *Tugas Akhir Program S-1*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- www.PU.go.id., **Ketentuan Dinding Tembok Wilayah Gempa**, Ditulis oleh Murdiati Munandar, (2001), *opened on 01 Oktober 2006.. 09.59 WIB*.
- www.kimpraswil.go.id., **Metode Pengujian Kuat Lentur Pasangan Bata**, (2004), *opened on 01 Oktober 2006.. 09.59 WIB*.
- www.hebel.co.id., **Tren Membangun Dinding Tembok**. Ditulis oleh Elisa Haryonugroho, (2002), *opened on 01 Oktober 2006.. 10.30 WIB*.

LAMPIRAN 1





الجامعة الإسلامية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 125 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des.06- Mei.07)

Jogjakarta, 20-Dec-03

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu :
di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na m a	:	Rohmad Nur Anggriyanto
No. Mhs.	:	00 511 294
Bidang Studi	:	Teknik Sipil
Tahun Akademi	:	2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	A Kadir Aboe,Ir,H,MS
Dosen Pembimbing II	:	

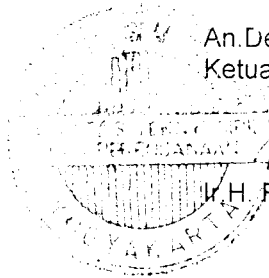
Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Penambahan Zat Additive Rock Pada Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata Merah Secara Mekanis
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil



W.H. Faisol AM,MS H

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip 20-Dec-06
- 4) Sampai Akhir Mei 2007



جامعة الإسلام في اندونيسيا

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 125 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des.06- Mei.07)

Jogjakarta, 20-Dec-06

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : A Kadir Aboe,Ir,H,MS
di -

Jcgjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na m a	: Rohmad Nur Anggriyanto
No. Mhs.	: 00 511 294
Bidang Studi:	: Teknik Sipil
Tahun Akademi	: 2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: A Kadir Aboe,Ir,H,MS
Dosen Pembimbing II	:

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Penambahan Zat Additive Rock Pada Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata Merah Secara Mekanis

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Ir.H. Faisol AM,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 20-Dec-06
- 4) Sampai Akhir Mei 2007



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 125 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des.06- Mei.07)

Jogjakarta, 20-Dec-06

Kepada
Yth. Bapak / Ibu :

di -

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na m a	:	Rohmad Nur Anggriyanto
No. Mhs.	:	00 511 294
Bidang Studi	:	Teknik Sipil
Tahun Akademi	:	2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	A. Kadir Aboe, Ir, H, MS
Dosen Pembimbing II	:	

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Penambahan Zat Additive Rock Pada Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata Merah Secara Mekanis
--

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Faisol AM, MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip 20-Dec-06
- 4) Sampai Akhir Mei 2007



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

PE NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rohmad Nur Anggriyanto	00 511 294	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pengaruh Penambahan Zat Additive Rock Pada Campuran Bahan Baku Pembuatan Bata Merah Secara Mekanis

PERIODE KE	: II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Mei 2007	

Nur

ahar

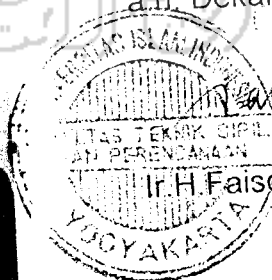
bing
bing

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei.
1	Pendaftaran	█					
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : A Kadir Aboe.Ir,H.MS
Dosen Pembimbing II :



Jogjakarta .20-Dec-06
a.n. Dekan



Ir. H. Faisol AM, MSc

:
:
:
:

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

ACSI
MAGC

LAMPIRAN 2



**LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN DIMENSI BATA MERAH**

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 10 Buah
3. Tanggal Pengujian : 18 Januari 2007

ALAT UJI

1. Kaliper
2. Timbangan

Variasi	No. Sampel	Dimensi		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
I (0%)	1	24,70	10,70	4,00
	2	24,60	10,90	3,90
	3	24,50	10,50	4,10
	4	24,50	10,60	4,20
	5	24,40	10,60	4,30
	6	25,20	10,90	3,90
	7	24,30	11,00	3,90
	8	24,90	10,80	4,00
	9	24,50	11,00	3,95
	10	24,40	10,90	4,00


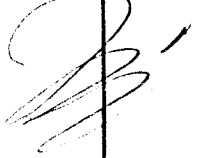


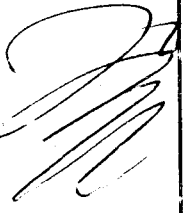
Variasi	No. Sampel	Dimensi		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
II (1%)	1	25,00	11,30	4,20
	2	25,00	11,15	3,90
	3	24,80	11,10	4,00
	4	25,50	11,10	4,30
	5	25,10	11,10	3,90
	6	24,60	10,90	4,00
	7	25,10	11,00	3,90
	8	24,60	11,00	4,10
	9	25,40	11,10	4,10
	10	24,80	10,80	4,20

Variasi	No. Sampel	Dimensi		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
III (2%)	1	24,70	10,70	4,00
	2	24,60	10,90	3,90
	3	24,50	10,50	4,10
	4	24,50	10,60	4,20
	5	24,40	10,60	4,30
	6	25,20	10,90	3,90
	7	24,30	11,00	3,90
	8	24,90	10,80	4,00
	9	24,50	11,00	3,95
	10	24,40	10,90	4,00

Variasi	No. Sampel	Dimensi		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
IV (3%)	1	25,00	11,30	4,20
	2	25,00	11,15	3,90
	3	24,80	11,10	4,00
	4	25,50	11,10	4,30
	5	25,10	11,10	3,90
	6	24,60	10,90	4,00
	7	25,10	11,00	3,90
	8	24,60	11,00	4,10
	9	25,40	11,10	4,10
	10	24,80	10,80	4,20

Variasi	No. Sampel	Dimensi		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
V (4%)	1	25,30	11,10	4,30
	2	24,70	10,90	4,20
	3	24,80	11,10	4,00
	4	24,90	10,80	4,20
	5	25,10	11,15	4,10
	6	25,10	11,00	4,10
	7	25,10	10,80	4,10
	8	24,80	11,10	4,40
	9	24,90	11,20	4,00
	10	24,58	10,70	4,20

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
1	19/03-07	<ul style="list-style-type: none"> - Lembaran - Raci ? 	
2	27/03-07	<ul style="list-style-type: none"> - Pembelian - Pembelian 	
3	29/03-07	<ul style="list-style-type: none"> - pembelian - Bimbingan ditanyakan 	
4	30/03-07	<ul style="list-style-type: none"> - Giday 	
5	26/06-07	<ul style="list-style-type: none"> - Acc - pmandorran 	



LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN BERAT VOLUME KERING BATA MERAH

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 5 Buah
3. Tanggal Pengujian : 20 Januari 2007

ALAT UJI

1. Kaliper
2. Timbangan
3. Oven

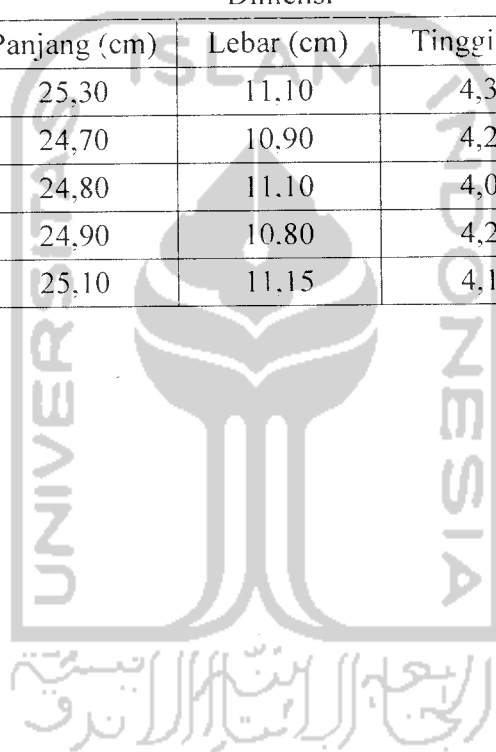
Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
I (0%)	1	24,40	11,20	4,15	1553
	2	25,30	11,10	4,00	1648
	3	25,00	11,20	4,10	1590
	4	25,30	11,00	3,95	1443,5
	5	25,50	10,80	4,10	1537

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
II (1%)	1	24,80	10,90	3,90	1523
	2	24,80	10,70	4,30	1627
	3	25,50	10,80	4,20	1634
	4	24,87	11,00	4,10	1628
	5	24,90	11,00	4,20	1577

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
III (2%)	1	24,70	10,70	4,00	1555,5
	2	24,60	10,90	3,90	1543
	3	24,50	10,50	4,10	1557
	4	24,50	10,60	4,20	1637
	5	24,40	10,60	4,30	1612

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
IV (3%)	1	25,00	11,30	4,20	1534
	2	25,00	11,15	3,90	1522,7
	3	24,80	11,10	4,00	1497
	4	25,50	11,10	4,30	1615
	5	25,10	11,10	3,90	1501,5

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	
V (4%)	1	25,30	11,10	4,30	1645
	2	24,70	10,90	4,20	1527
	3	24,80	11,10	4,00	1481,5
	4	24,90	10,80	4,20	1610
	5	25,10	11,15	4,10	1617,5



**LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN BERAT JENIS BATA MERAH**

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 5 Buah
3. Tanggal Pengujian : 25 Januari 2007

ALAT UJI

1. Kaliper
2. Timbangan
3. Oven

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
I (0%)	1	24,40	11,20	4,15	1553,00	2040,00
	2	25,30	11,10	4,00	1648,00	2055,50
	3	25,00	11,20	4,10	1590,00	2034,00
	4	25,30	11,00	3,95	1443,50	1772,50
	5	25,50	10,80	4,10	1537,00	1855,50

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
II (1%)	1	24,80	10,90	3,90	1523,00	1937,80
	2	24,80	10,70	4,30	1627,00	2032,50
	3	25,50	10,80	4,20	1634,00	2024,40
	4	24,87	11,00	4,10	1628,00	2083,50
	5	24,90	11,00	4,20	1577,00	1937,00

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
III (2%)	1	24,70	10,70	4,00	1555,50	2007,30
	2	24,60	10,90	3,90	1543,00	1907,20
	3	24,50	10,50	4,10	1557,00	1957,50
	4	24,50	10,60	4,20	1637,00	201,00
	5	24,40	10,60	4,30	1612,00	1986,00

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
IV (3%)	1	25,00	11,30	4,20	1534,00	1964,70
	2	25,00	11,15	3,90	1522,70	1959,70
	3	24,80	11,10	4,00	1497,00	1988,50
	4	25,50	11,10	4,30	1615,00	1939,50
	5	25,10	11,10	3,90	1501,50	1959,50

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
V (4%)	1	25,30	11,10	4,30	1645,00	2084,30
	2	24,70	10,90	4,20	1527,00	1931,00
	3	24,80	11,10	4,00	1481,50	1930,90
	4	24,90	10,80	4,20	1610,00	2065,70
	5	25,10	11,15	4,10	1617,50	1979,50

LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN SERAPAN AIR BATA MERAH

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 5 Buah
3. Tanggal Pengujian : 25 Januari 2007

ALAT UJI

1. Kaliper
2. Timbangan
3. Oven

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
I (0%)	1	24,40	11,20	4,15	1553,00	2040,00
	2	25,30	11,10	4,00	1648,00	2055,50
	3	25,00	11,20	4,10	1590,00	2034,00
	4	25,30	11,00	3,95	1443,50	1772,50
	5	25,50	10,80	4,10	1537,00	1855,50

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
II (1%)	1	24,80	10,90	3,90	1523,00	1937,80
	2	24,80	10,70	4,30	1627,00	2032,50
	3	25,50	10,80	4,20	1634,00	2024,40
	4	24,87	11,00	4,10	1628,00	2083,50
	5	24,90	11,00	4,20	1577,00	1937,00

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
III (2%)	i	24,70	10,70	4,00	1555,50	2007,30
	2	24,60	10,90	3,90	1543,00	1907,20
	3	24,50	10,50	4,10	1557,00	1957,,50
	4	24,50	10,60	4,20	1637,00	2013,00
	5	24,40	10,60	4,30	1612,00	1986,00

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
IV (3%)	1	25,00	11,30	4,20	1534,00	1964,70
	2	25,00	11,15	3,90	1522,70	1959,70
	3	24,80	11,10	4,00	1497,00	1988,50
	4	25,50	11,10	4,30	1615,00	1939,50
	5	25,10	11,10	3,90	1501,50	1959,50

Variasi	No. Sampel	Dimensi			Berat Kering (gr)	Berat Basah (gr)
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)		
V (4%)	1	25,30	11,10	4,30	1645,00	2084,30
	2	24,70	10,90	4,20	1527,00	1931,00
	3	24,80	11,10	4,00	1481,50	1930,90
	4	24,90	10,80	4,20	1610,00	2065,70
	5	25,10	11,15	4,10	1617,50	1979,50



**LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN KUAT TEKAN MERAH**

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 5 Buah
3. Tanggal Pengujian : 5 Februari 2007

ALAT UJI

1. Mesin Uji Tekan Merk " SHIMADZU "

0%		1%		2%		3%		4%	
No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)
1	3622,130	1	4179,380	1	5795,510	3	3343,500	1	3900,750
2	3622,130	2	4458,000	2	4755,230	4	5448,750	7	6439,500
3	3900,750	3	3064,880	6	3845,030	5	4179,380	8	5894,590
4	3343,500	9	3120,600	9	1950,380	6	4123,650	9	4458,000
5	3120,600	10	4705,690	10	3845,030	9	4235,100	10	5696,440

LAPORAN SEMENTARA
PENGUJIAN KUAT LENTUR BATA MERAH

BENDA UJI

1. Nama : Bata Merah
2. Jumlah Sampel : 5 Buah
3. Tanggal Pengujian : 3 Februari 2007

ALAT UJI

1. Mesin Uji Lentur Merk " SHIMADZU "

No Sampel	0%		1%		2%		3%		4%	
	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel	P Max. (Kgf)	No Sampel
6	19,330	4	22,090	5	20,986	1	21,538	2	20,433	
7	13,810	5	16,570	4	20,433	2	19,881	3	17,672	
8	6,627	6	16,570	5	22,090	7	19,330	4	19,330	
9	11,050	7	19,330	7	23,195	8	22,090	6	21,538	
10	13,810	11	19,330	8	17,672	10	16,570	11	19,881	

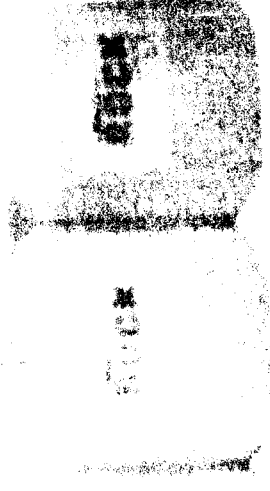
LAMPIRAN 3



ROCK ROCK

UNIVERSITAS ISLAM
Multi-purpose
hardening
additive

الجامعة الإسلامية
الربيعية بالقطيف



INTRODUCTION

Concern Point in Soil Foundation

Difficulties in treatment of weak foundation, as well as in salvage of local materials (especially soil and sand), wasted materials to construction materials.

Complicated techniques are required for construction since most of constructions on soil foundation in plains and offshore areas meet natural base consisting of weak soil layers.

High construction cost in aggregate stone treatment since the rare materials and complex construction.

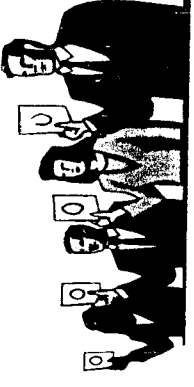
INTRODUCTION



Rock is a multi-purpose hardening additive which is mixed from inorganic elements used to chemically treat organic substances, to increase the condense effect of cement.



ADVANTAGES

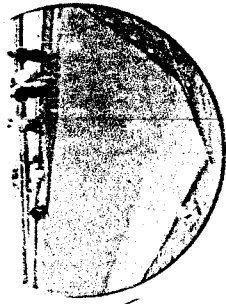


- **No Aggregate Stone Needed**
- **Can be mixed with sea sand without washing**
- **Simple construction method**
- **Ultimate solution for swamp area**
- **Crack prevention**
- **Definitely decrease the material cost**

APPLICATIION

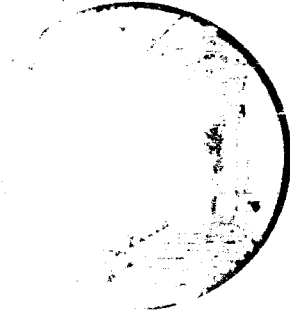
APPLICATION

Application



• **Transport facilities**

(Treatment of weak soil, surface pavement of rural roads)

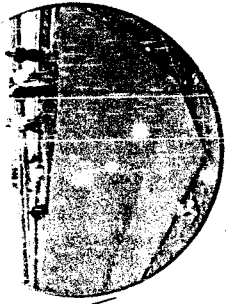


• **Irrigation facilities, construction at the edge of sea**

(Improving foundation in seabed and irrigation facility, consolidating the base of fishery raising ponds)



APPLICATION



• Construction materials & facilities

(Yard, stadium, fire resisting materials, floor tiles, brick for pavement of parks)



• Environmental treatment

(Can be mixed with coal ash to make brick)



COMPARISON

SPECIFICATION FOR ROCK & AGGREGATE ROAD (KALIMANTAN)

NO	WORK ITEM	DIMENSION	SPECIFICATION
	A. ROCK		
1	Subgrade		Compacted
2	Base Coarse (Class B)	thickness = 25 cm	Selected soil (existing road soil) + cement 8 % of soil weight
3	Base Coarse (Class A)	thickness = 15 cm	Selected soil + cement 8 % of soil weight + rock 2 % of cement weight
4	Curing	cover by vinyl	Cover by vinyl four hour, protection from raining
	B. AGGREGATE ROAD		
	1 Subgrade		Compacted
	2 Base Coarse (Class B)	thickness = 25 cm	Satu gravel and compaction
	3 Base Coarse (Class A)	thickness = 15 cm	Crushed stone 5/7 and compaction

COMPARISON

COMPARISON ROCK and AGREGATE ROAD

(KALIMANTAN)

Alternative	Pavement Type	Thickness (m)	Unit Price/M3 (Rp.)	Unit Price/M2 (Rp.)	Quantity		Total Price/M2 (Rp.)	Layer Structure	
					(M2)	(M3)			
I	SOIL CEMENT 8% + ROCK 2%								
		a) Sub grade	0,4		1.968,60	1,00		1.968,60	Soil cement 8% + additive rock 2% Thk = 150 mm Soil cement 8% Thk = 250 mm Subgrade
		b) Soil cement 8%	0,25	257.437,74	64.359,43	1,00	0,25	64.359,43	
		c) Soil cement 8% + additive rock 2%	0,15	480.035,76	72.005,36	1,00	0,15	72.005,36	
		d) Curing	0,025		1.500,00	1,00	0,15	1.500,00	
Total							139.833,39		
II	AGGREGATE								
		a) Sub grade	0,4		1.968,60	1,00		1.968,60	Crushed stone Thk = 150 mm Base Course (Class B) Thk = 250 mm Base Course (Class A)
		b) Base Course (Class B)	0,25	523.727,13	130.931,78	1,00	0,25	130.931,78	
		c) Base Course (Class A)	0,15	595.727,13	89.359,07	1,00	0,15	89.359,07	
		Total							

COMPARISON

COMPARISON PRICE

Calculation based : 1 m² road

Material	Depth								
	5 cm			10 cm			15 cm		
	Q'ty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Q'ty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Q'ty	Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)
Soil/sand*	0,15 m ³	20.000,00	3.000,00	0,30 m ³	20.000,00	6.000,00	0,45 m ³	20.000,00	9.000,00
Cement**	22,50 kg	25.000,00	11.250,00	45,00 kg	25.000,00	22.500,00	67,50 kg	25.000,00	33.750,00
Rock***	0,45 L	64.400,00	28.980,00	0,90 L	64.400,00	57.960,00	1,35 L	64.400,00	86.940,00
Total			14.410,00			28.820,00			43.230,00

Note :

- * : - 1 m³ soil/sand = 1500 kg soil/sand
- soil/sand price depends on location
- ** : - cement quantity is 10 % from soil/sand
- *** : - Rock quantity is 2% from cement
- Rock price is USD 7/liter (1 USD = 9,200 IDR)

RESULT

COMPRESSION TEST*

	Soil stabilized by LIME (soaking test)	VALUE	Soil stabilized by CEMENT (dry test)	VALUE	
Strength	Soil + 10% lime	2.10	Soil + 8% cement	12.18	Sand + 8% cement
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	2.04	Soil + 8% cement + 2 % Rock	13.13	Sand + 8% cement + 4 % Rock
	Soil + 10% lime + 4 % Rock	2.39	Soil + 8% cement + 4 % Rock	1762.33	Sand + 8% cement
	Soil + 10% lime	374.33	Soil + 8% cement	1989.00	Sand + 8% cement + 2 % Rock
Elastic modular	Soil + 10% lime + 2 % Rock	435.00	Soil + 8% cement + 2 % Rock	1943.00	Sand + 3% cement + 4 % Rock
	Soil + 10% lime + 4 % Rock	103.00	Soil + 8% cement + 4 % Rock	91.85	Sand + 8% cement
	Soil + 10% lime	3.18	Soil + 8% cement	107.60	Sand + 8% cement + 2 % Rock
CBR	Soil + 10% lime + 2 % Rock	3.99	Soil + 8% cement + 2 % Rock	99.75	Sand + 8% cement + 4 % Rock
	Soil + 10% lime + 4 % Rock	3.22	Soil + 8% cement + 4 % Rock		

* (2001) – Ministry of Transport (Research for Transportation Science and Technology, VIETNAM

RESULT

Experiment result with clay*

- Effective with hardened clay by 10% of lime + 2% of Rock
- Effective with hardened clay by 10% of lime and 5% of cement + 2% of Rock
- Effect increase fast when materials is at saturated condition:
 - Rn increases to 40%
 - Edh increases to 16%
 - CBR increases to 25%
- Stability ratio of compressed intensity increased 1.3 times

* Sample location : Thanh Tri, Vietnam

RESULT

Experiment result with sand*

• Effective with hardened sand by 8% of cement plus 2% of Rock

• Effect increases fast when materials is at saturated condition:
Rn increases to 23.6%

Edh increases to 13.5%

CBR increases to 11.2%

* Sample location : Red river, Vietnam

RESULT

ROCK for prawn hatchery*



* Documentation in Red River, Vietnam

RESULT

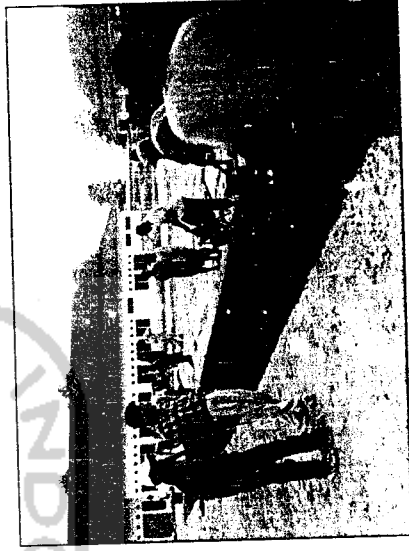
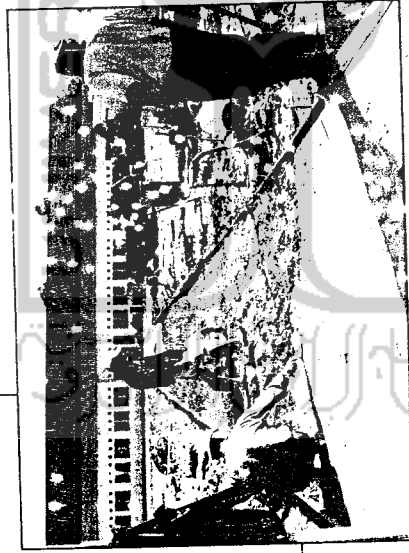
ROCK for village facilities, such as road and irrigation*



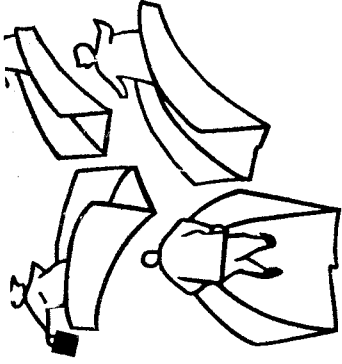
*Documentation in Korea

RESULT

ROCK for building facilities, such parking lot and entrance road*

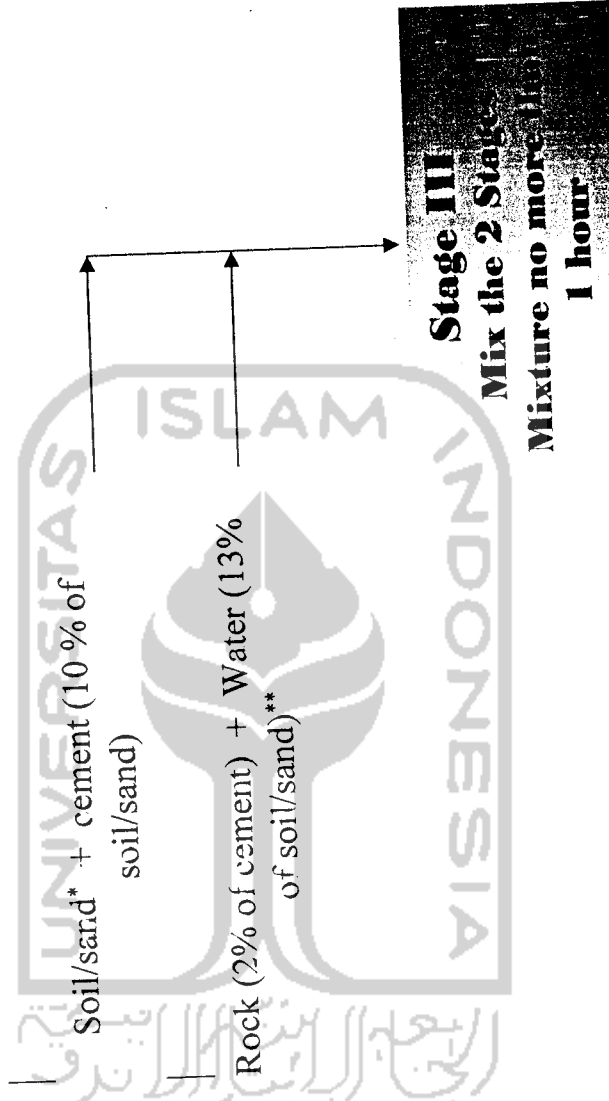


*Documentation in Pangkalpinang, Indonesia



CONCLUSION

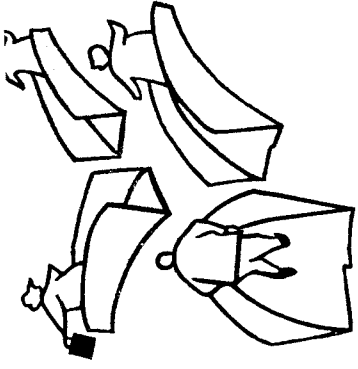
Simple Methods



* : best comparison is 50 % sand + 50% soil

** : water percentage (20%) is total amount of the last mixture water content.
Addition water is the difference between 20% and the original soil/sand water content

CONCLUSION



Road strength

Road Type	Road Strength	Depth (cm)	Layer
Province Road	25 ton	40 - 45	- 20 cm of foundation - 20 cm soil/sand* + rock for surface
District Road	15 ton	20 - 25	1 layer only
Environment Road	7 ton	15	1 layer only
Rural	< 7 ton	15	Soil/sand + cement + rock

* : - 50 % soil + 50% sand

- can use any soil/sand, including not wash sea sand

CONCLUSION

Normal (aggregate) Normal (soil cement) Rock formula

Raw material (base on 100 kg of soil)	100	100	100
- soil / sand (kg)	30	15 - 25	10
- cement (kg)	various	-	-
- aggregate stone (kg)	-	-	0.2
- rock additive (l)	-	Must be washed	NO Wash needed
Sea Sand type	-	-	-
Technical issue *	100	100	140
- Rn	100	100	116
- Edh	100	100	125
- CBR	222.000,00	various	140.000,00
Price comparison (Kalimantan price in Rupiah)	very complicated	complicated	simple
Level of construction difficulty	7 - 10 days	5 - 7 days	24 hours
Using after construction			

* : This subject described that Rock formula can increase soil cement performance at the less resources and in a certain condition the properties could be same with the aggregate road.

LAMPIRAN 4



1. DOKUMENTASI PROSES PEMBAKARAN BATA MERAH





الجامعة الإسلامية
الاندونيسية